

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Разработка информационной системы для автоматизации маркшейдерских работ</b>
УДК 681.51:004.45.2:622.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегуров Александр Иванович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник ОРГПО АО «ТомскНИПИнефть»	Почивалов Антон Юрьевич			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Горбенко Михаил Владимирович	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
<b>Общекультурные компетенции</b>	
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.

P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.
-----	--

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ 10.03.20г. Кочегурова Е.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### **ЗАДАНИЕ** **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8BM81	Кулемееву Антону Григорьевичу

Тема работы:

Разработка информационной системы для автоматизации маркшейдерских работ
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№136-53/С от 15.05.2020 г.
---	----------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Перечень требований к разрабатываемому модулю и построению системы для автоматизации маркшейдерских работ. Бизнес-процессы отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин.
---------------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Изучение бизнес-процессов отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин</li> <li>2 Анализ существующих систем и программных продуктов для ведения маркшейдерских данных</li> <li>3 Проектирование и разработка архитектуры приложения, базы данных, методов синхронизации с геоинформационными системами, пользовательского интерфейса</li> <li>4 Тестирование и внедрение системы</li> <li>5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>6 Социальная ответственность</li> <li>7 Заключение</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	Презентация в формате *.pptx
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Горбенко Михаил Владимирович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Программная реализация разрабатываемой системы	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.03.2020 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник ОРГПО АО «ТомскНИПИнефть»	Почивалов Антон Юрьевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.06.2020	Основная часть	75
06.06.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
06.06.2020	Социальная ответственность	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегуров Александр Иванович	К.Т.Н		

**Консультант**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник ОРГПО АО «ТомскНИПИнефть»	Почивалов Антон Юрьевич			

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	К.Т.Н.		

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Дать характеристику существующих и потенциальных потребителей (покупателей) результатов ВКР, ожидаемых масштабов их использования
2. Разработка устава научно-технического проекта	Разработать проект такого устава в случае, если для реализации результатов ВКР необходимо создание отдельной организации или отдельного структурного подразделения внутри существующей организации
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет цены результата ВКР.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка экономической эффективности использования результатов ВКР, характеристика других видов эффекта

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ - выполнить
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ - выполнить
8. Потенциальные риски

## Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		25.02.2020 г.



**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич		25.02.2020 г

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

<b>Разработка информационной системы для автоматизации маркшейдерских работ</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Информационная система для автоматизации маркшейдерских работ. Рабочее место: Офисное помещение, в котором содержится стол, стул и ПК.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1. Специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– 2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<b>Вредные факторы:</b> 1. Отклонения показателей микроклимата; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровня шума; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; <b>Опасные факторы:</b> 1. Электрический ток 2. Опасность возникновения пожара
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Источники выбросов в атмосферу; Образование сточных вод и отходов. Мероприятия по снижению вредного воздействия на ОС
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	ЧС, которые могут возникнуть в процессе разработки и эксплуатации: <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожар в здании.</li> </ul> Требуется следовать инструкциям, чтобы не допустить возникновения ЧС.

	Однако, если ЧС произошло, требуется вызвать соответствующие службы для ликвидации последствий ЧС
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Горбенко Михаил Владимирович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 118 страниц, 30 рисунков, 10 таблиц, 42 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: система для ведения маркшейдерских данных, геоинформационные системы, бизнес-процессы, программные продукты, веб-приложение, нефтегазовое дело.

Объектом исследования являются существующие бизнес-процессы отделов обрабатывающих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах компании, а предметом исследования – система для ведения маркшейдерских данных.

Целью работы является создание системы для автоматизации деятельности отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах компании ПАО «НК «Роснефть», в рамках реализации программы импортозамещения.

В процессе выполнения работы проводился анализ систем и программных продуктов, присутствующих на рынке для ведения маркшейдерских данных, а также анализ бизнес-процессов отделов добывающих компаний, обрабатывающих эти данные.

В результате исследования были сформулированы требования к разрабатываемому модулю и построена система для ведения маркшейдерских данных, которая способна работать с различными геоинформационными системами.

Область применения: разрабатываемая система ориентирована на отделы добывающих обществ, ведущих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах ПАО «НК «Роснефть» и других компаниях ведущих подобную деятельность.

Степень внедрения: текущая версия системы установлена и эксплуатируется в трех добывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть».

В будущем планируется перевод системы на импортозамещающие технологии, дальнейшая разработка и совершенствование системы в целях расширения функционала и улучшения интерфейса.

## **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

PHP – Hypertext Preprocessor

WFS – Web Feature Service

БГД – база геоданных

БД – база данных

ГГО – горно-геологическое обоснование

ГГС – государственная геодезическая сеть

ГО – горный отвод

ДЗЗ – дистанционное зондирование земли

ЛНД – Локальный нормативный документ

ЛУ – лицензионный участок

МС ОГ – Маркшейдерская служба Общества Группы

ОПИ – общераспространенные полезные ископаемые (карьеры песка, торфа, песчано-гравийной смеси)

ПГДП – проект создания геодинамического полигона и мониторинга геодинамических процессов

СК – система координат

## Содержание

	С.
РЕФЕРАТ .....	12
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	14
Содержание .....	15
ВВЕДЕНИЕ .....	21
1 Анализ существующих систем и программных продуктов для ведения маркшейдерских данных .....	24
1.1 Маркшейдерское дело и задачи отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин .....	24
1.1.1 Основные требования в области производства маркшейдерских работ .....	24
1.1.2 Задачи маркшейдерских отделов .....	25
1.1.2.1 Маркшейдерское обеспечение при поиске и разведке месторождений.....	27
1.1.2.2 Маркшейдерское обеспечение на стадии проектирования разработки и обустройства месторождений.....	28
1.1.2.3 Маркшейдерское обеспечение при разработке месторождений.....	29
1.2 Сравнительный анализ систем ведения маркшейдерских данных .....	30
1.2.1 WellTracking .....	31
1.2.2 Система расчета и визуализации данных для бурения скважин .....	32
1.3 Постановка задачи. ....	33

2	Программная реализация разрабатываемой системы .....	35
2.1	Функциональные требования к системе.....	35
2.2	Варианты использования .....	37
2.3	Архитектура системы .....	41
2.4	Диаграмма компонентов .....	44
2.5	Выбор и обоснование средств разработки .....	45
2.5.1	Среда разработки .....	45
2.5.2	Технологии разработки .....	46
2.5.2.1	NHibernate .....	47
2.5.2.2	СУБД .....	47
2.5.2.3	Синхронизация с БГД .....	48
2.5.2.4	Паттерн Repository .....	48
2.5.2.5	Паттерн Unit of Work .....	49
2.5.2.6	Vue.js.....	49
2.5.2.7	OpenLayers .....	49
2.5.2.8	Buefy .....	49
2.5.2.9	Система контроля версий .....	49
3	Реализация системы в виде веб-приложения .....	51
3.1	Страница организации.....	51
3.2	Навигационное меню.....	51
3.3	Лицензионный участок .....	52
3.3.1	Скважины лицензионного участка .....	52
3.3.2	Атрибуты лицензионного участка .....	53
3.3.3	Документы лицензионного участка.....	54



3.4	Куст .....	54
3.4.1	Атрибуты куста.....	54
3.4.2	Скважины куста .....	56
3.4.3	Кустование.....	56
3.4.4	Документы куста.....	57
3.5	Скважина .....	58
3.5.1	Атрибуты скважины.....	58
3.5.2	Характерные точки .....	60
3.5.3	Инклинометрия .....	61
3.5.4	Документы скважины.....	61
3.5.5	Обследования .....	61
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	63
4.1	Организация и планирование работ.....	63
4.1.1	Продолжительность этапов работ.....	64
4.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	69
4.2.1	Расчет затрат на материалы .....	69
4.2.2	Расчет заработной платы .....	69
4.2.3	Расчет затрат на социальный налог .....	71
4.2.4	Расчет затрат на электроэнергию.....	71
4.2.5	Расчет амортизационных расходов.....	72
4.2.6	Расчёт прочих расходов .....	73
4.2.7	Расчёт общей себестоимости разработки.....	73
4.2.8	Расчёт прибыли.....	73

4.2.9	Расчёт НДС.....	74
4.2.10	Цена разработки НИР.....	74
4.3	Оценка экономической эффективности проекта.....	74
5	Социальная ответственность .....	76
	Введение.....	76
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	76
5.1.1	Эргономические требования к рабочему месту .....	77
5.1.2	Особенности законодательного регулирования проектных решений .....	79
5.2	Производственная безопасность .....	80
5.2.1	Вредные производственные факторы.....	81
5.2.1.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	81
5.2.1.2	Отсутствие или недостаток естественного света.....	83
5.2.1.3	Недостаточная освещённость рабочей зоны .....	83
5.2.1.4	Повышенный уровень шума .....	88
5.2.1.5	Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	88
5.2.2	Опасные производственные факторы.....	89
5.2.2.1	Электробезопасность .....	89
5.2.2.2	Пожарная безопасность .....	90
5.3	Экологическая безопасность .....	91
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	92
5.4.1	Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения .....	92

5.4.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий .....	92
Выводы.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	95
CONCLUSION.....	96
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	97
Приложение А .....	102
2 Software implementation .....	103
2.1 Functional requirements for the system.....	103
2.2 Use cases .....	105
2.3 Architecture.....	108
2.4 Component diagram.....	111
2.5 Selection of development tools.....	113
2.5.1 Development environment.....	113
2.5.2 Development technologies.....	113
2.5.2.1 NHibernate .....	114
2.5.2.2 DBMS.....	114
2.5.2.3 GDB Synchronization .....	114
2.5.2.4 Repository Pattern .....	115
2.5.2.5 Unit of Work pattern .....	115
2.5.2.6 Vue.js.....	115
2.5.2.7 OpenLayers .....	115
2.5.2.8 Buefy .....	116
2.5.2.9 Version control system (VCS) .....	116

Приложение Б. Пример WFS-запроса GetFeature.....	117
Приложение В. Пример WFS-запроса Delete.....	118

## **ВВЕДЕНИЕ**

На сегодняшний день маркшейдерские отделы занимают особое место в управлении добывающих обществ и организаций. Такие отделы следят за эффективностью и безопасностью проводимых работ на объектах недропользования – на всех этапах освоения и при эксплуатации месторождений.

Подземные разработки «твердых» полезных ископаемых способствовали развитию маркшейдерского дела, как в науке, так и на практике. В XX веке определяющими стали другие типы полезных ископаемых, такие как добыча углеводородного сырья.

Маркшейдерская служба в нефтегазодобывающей промышленности до 1935 года строилась и решала аналогичные задачи по типу маркшейдерских отделов предприятий по добыче угля [28].

В 1940-1950-х годах маркшейдерские работы выполнялись разными службами: геологической, геодезической, геофизической, эксплуатации и бурения. Из-за этого выполненные измерения не были достоверны. Поэтому могло сложиться ошибочное мнение о предмете измерений, таких как глубина скважины, геометрические параметры коллекторов и т.д. [19].

Исследовательские работы в области геодезических дисциплин и маркшейдерское дело развивались в непрерывной связи. Первоочередной задачей было создание единой системы координат для всей территории СССР и её картографирование [11].

К 80-м годам прошлого века разрабатываются способы построения простых и сложных структурных поверхностей, поверхностей нарушений и трансгрессивных срезов, раздела и слияния коллекторов (для различных морфологических и генетических типов ловушек и залежей), способы геометризации нефтегазовых залежей с газовыми шапками и нефтяными

оторочками полного и неполного контура, с горизонтальными и наклонными контактами. Большое значение уделяется определению пространственного положения поверхностей контактов и контуров нефтегазоносности. При этом широко используются пространственные соотношения ограничивающих поверхностей, графические и математические действия с которыми дают возможность геометризации залежей любого типа и сложности [19].

Практически, до настоящего времени, под маркшейдерским делом добычи углеводородного сырья понималась маркшейдерская геометрическая основа и документация, используемая для решения задач и выполнения оперативных требований производимых добычных и геологоразведочных работ.

В современное время трудно представить процесс разработки месторождений нефти и газа без специальных маркшейдерских отделов. С развитием научного прогресса поменялось не только роль маркшейдерских отделов, но и видение их работы и используемые ими программно-аппаратные комплексы.

При этом производство маркшейдерских наблюдений, ведение маркшейдерской документации при недропользовании предусмотрено действующим законодательством о недрах [30].

Таким образом, создание и развитие систем автоматизации деятельности отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин и позволяющих существенно сократить затраты на работы заказчика, связанные со сбором, контролем, обработкой, обменом и использованием данных является весьма актуальной задачей.

Целью данной работы является проектирование и построение системы ведения маркшейдерских данных, которая способна работать с

различными геоинформационными системами. Создание системы автоматизации ведения маркшейдерских данных проводится в рамках реализации программы импортозамещения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение бизнес-процессов отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах компании;
- анализ существующих систем автоматизации маркшейдерских данных, представленных на рынке;
- проектирование архитектуры приложения, базы данных, методов синхронизации с геоинформационной системой, пользовательского интерфейса;
- разработка приложения;
- тестирование;
- внедрение на предприятии.

## **1 Анализ существующих систем и программных продуктов для ведения маркшейдерских данных**

Прежде чем переходить к анализу систем автоматизации маркшейдерских данных, рассмотрим основные понятия маркшейдерского дела и задачи отделов, обрабатывающих такую информацию.

### **1.1 Маркшейдерское дело и задачи отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин**

Маркшейдерское дело является отраслью горной науки и техники, занимающейся в основном геометрическими измерениями. Маркшейдерское дело изучает также процесс движения горных пород и земной поверхности над горными разработками и определяет меры охраны сооружений от вредного влияния последних. Термин «маркшейдерское дело» происходит от двух немецких слов: Mark — граница, межа и scheiden — различать, разделять. В целом немецкое слово «маркшейдер» переводится на русский язык как межевщик. Маркшейдерские работы производятся на всех этапах освоения месторождения полезных ископаемых (разведка, строительство горного предприятия, его эксплуатация), вплоть до ликвидации шахты [23].

Нефть и газ являются важными полезными ископаемыми, так как из них вырабатывается широкий ассортимент топлив и смазочных материалов, большое количество химических продуктов, синтетического каучука и волокон, минеральных удобрений и иных предметов широкого потребления [20].

#### **1.1.1 Основные требования в области производства маркшейдерских работ**

Комплекс маркшейдерских работ на месторождениях, подземных хранилищах углеводородного сырья, разведочных площадях или отдельных участках выполняют в соответствии с техническим проектом



или программой работ, утвержденными руководителем организации и согласованными в установленном порядке [17].

Обязательность выполнения комплекса маркшейдерских, геодезических и картографических работ в процессе пользования недрами закреплена Законом РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах», Положением о лицензировании производства маркшейдерских работ, Положением о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр, и иными нормативными документами в области промышленной безопасности и недропользования.

Технические требования к выполнению маркшейдерских работ при разработке месторождений полезных ископаемых закреплены в РД 07-603 [17].

Выполнение работ, связанных с использованием сведений, содержащих государственную тайну, осуществляется в соответствии с законодательством РФ в области защиты государственной тайны и требованиями Инструкции по обеспечению режима секретности в Российской Федерации.

### **1.1.2 Задачи маркшейдерских отделов**

Основными функциями и задачами МС ОГ, собственными силами, или на основании заключенных с подрядными организациями договоров, при проведении маркшейдерско-геодезических и картографических работ, являются:

- маркшейдерское обеспечение проектно-изыскательских работ;
- ведение картограммы топографо-геодезической изученности территории деятельности ОГ и обеспечение ее картографическим материалом;
- создание геодезических сетей специального назначения;

- создание и обновление маркшейдерских и других специальных планов и карт;
- маркшейдерско-геодезическое обеспечение процессов строительства объектов нефтегазодобычи;
- ведение БД координат устьев, забоев и пластопересечений проектных и фактически пробуренных скважин;
- маркшейдерское обеспечение строительства скважин и контроль пространственного положения осей стволов скважин;
- контроль пространственных границ ГО, полноты и корректности нанесенных объектов и оформления топографических планов ГО;
- разработку ГГО, ПГДП и выполнение работ по обеспечению геодинамической безопасности разработки месторождений полезных ископаемых в соответствии с разработанными ГГО и ПГДП;
- маркшейдерско-геодезический контроль, в соответствии проектной документацией, состояния нефтепромысловых объектов, подверженных деформациям в процессе эксплуатации;
- маркшейдерский контроль;
- маркшейдерское обеспечение разработки месторождений ОПИ;
- маркшейдерское обеспечение рекультивации нарушенных земель;
- маркшейдерское обеспечение промышленной безопасности, рационального использования и охраны недр [25].

В процессе выполнения маркшейдерско-геодезических работ должны вестись полевая документация (журналы измерений), данные с полевых приемников, проекты обработки и уравнивания измерений [17].

При освоении месторождений нефти и газа можно выделить следующие основные стадии:

- поиск и разведка месторождений нефти и газа;
- проектирование, обустройство месторождений;
- разработка месторождений нефти и газа.

Маркшейдеры принимают участие во всех вышеперечисленных этапах освоения нефтегазовых месторождений [16].

#### **1.1.2.1 Маркшейдерское обеспечение при поиске и разведке месторождений**

При получении компанией лицензий на право пользования недрами с целью геологического изучения, разведки или добычи углеводородного сырья, МС ОГ осуществляет изучение исходных материалов, имеющихся на данный участок недр [25].

По результатам изучения исходных материалов МС ОГ создаются на основании соответствующих договоров с подрядными организациями или приобретаются в фондах пространственных данных [17]:

- материалы ДЗЗ (воздушного лазерного сканирования, цифровых аэрофотосъемок, космических съемок);
- топографические карты масштаба 1:25 000 - 1:100 000;
- топографические карты масштаба 1:25 000 для оформления горноотводной документации (в случае составления топографического плана ГО в ином масштабе, приобретаются топографические карты соответствующего масштаба);
- координаты и высоты пунктов ГГС на территорию участка недр и участков, необходимых для освоения месторождения.

### **1.1.2.2 Маркшейдерское обеспечение на стадии проектирования разработки и обустройства месторождений**

Состав основных видов маркшейдерско-геодезических работ, выполняемых МС ОГ на стадии проектирования объектов обустройства и технологических схем разработки месторождений полезных ископаемых включает в себя [25]:

- получение от проектной организации координат проектных пластопересечений скважин и графический контроль полученных материалов;
- совместно с ГС ОГ определение предварительных проектных координат кустовых площадок и НДС с учетом рельефа местности, гидрографии, требований земельного, лесного, водного и природоохранного законодательства РФ;
- составление каталога проектных координат кустов скважин и НДС в цифровом и аналоговом виде;
- составление масштабированных схем расположения проектных забоев эксплуатационных скважин, устьев пробуренных разведочных скважин, кустовых площадок и их НДС по данным каталогов проектных координат забоев скважин, кустовых площадок (масштабы 1: 2 000 – 1:50 000);
- составление совмещенных масштабированных схем размещения проектируемых объектов нефтегазодобычи;
- участие в проектировании и обосновании уточненных границ ГО;
- участие в составлении планов развития горных работ в рамках своих компетенций;

- создание и ведение каталогов пунктов геодезических сетей специального назначения;
- участие в согласовании технических заданий на проектирование, рассмотрении и согласовании проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр.

### **1.1.2.3 Маркшейдерское обеспечение при разработке месторождений**

Маркшейдерская служба при обустройстве и разработке нефтегазовых месторождений выполняет следующие основные работы [16]:

- развитие геодезических сетей сгущения и съёмочного обоснования;
- топографическая и маркшейдерская съёмка объектов в пределах территории деятельности нефтегазодобывающего предприятия;
- составление и регулярное пополнение маркшейдерской графической документации;
- перенесение в натуру положения устьев скважин и других горных выработок, зданий и сооружений, их съёмка и определение координат;
- задание направлений наклонно-направленным скважинам и линейным сооружениям;
- контроль за выполнением рекультивации нарушенных земель в пределах земельного и горного отводов;
- контроль за соблюдением проектных направлений стволов скважин и определением пространственного положения их осей;

- организация наблюдений за деформацией земной поверхности, зданий и промышленных объектов в результате добычи нефти и газа;
- участие в перспективном и годовом планировании, составлении отчетной документации;
- участие в выборе на местности площадок для строительства промышленных объектов и контроль за соблюдением проектных положений в процессе их строительства;
- участие в определении совместно с геологической и другими службами рациональных технологических схем разработки месторождения на основе результатов детального изучения горнотехнических и горно-геологических условий;
- маркшейдерский контроль за соблюдением проектов разработки, требований по рациональному использованию и охране недр, законов по охране окружающей природной среды;
- маркшейдерский контроль за эксплуатацией нефтепроводов и определение объемов ремонтных работ;
- участие в проведении геометризации месторождений.

Таким образом, объем маркшейдерской информации весьма велик и требует наличия эффективных автоматизированных систем ведения данных.

## **1.2 Сравнительный анализ систем ведения маркшейдерских данных**

Как показано выше, маркшейдерские работы очень важны на этапе разработки месторождений нефти и газа. При этом отделы, занимающиеся обработкой маркшейдерских данных, должны оперативно предоставлять всю необходимую информацию в удобном виде. Для того чтобы, решать

данные задачи, были разработаны различные системы. Для сравнения были выбраны два крупных игрока на этом рынке.

### **1.2.1 WellTracking**

WellTracking – приложение для 3D-визуализации и эффективного управления пространственными данными бурения на базе геоинформационной платформы. Разработан российской компанией ООО «ДАТА ИСТ».

Приложение WellTracking 6.x представляет собой модуль-расширение для настольных версий ArcGIS 10.x. Такой принцип программного решения позволяет в полной мере использовать возможности этой геоинформационной системы для ведения больших баз данных, визуализации и анализа маркшейдерско-геодезических данных [22].

WellTracking позволяет решить множество задач, в том числе:

- проектировать объекты геологоразведки, такие как скважины, батареи, кусты, пласты, месторождения и лицензионные участки;
- выполнять операции по редактированию данных бурения;
- обрабатывать данные по инклинометрии;
- строить различные типы отчетов;
- экспортировать данные из проекта в текстовые файлы;
- выполнять массовую загрузку табличных данных в базу геоданных [11].

К основным плюсам системы можно отнести следующее:

- долгое существование на рынке, система развивается с 2007г.;

- система насчитывает в себе 60 инструментов обработки и геообработки пространственных данных;
- трехмерная пространственная модель месторождения;
- ограничение доступа пользователей к служебной информации на уровне базы геоданных и на уровне приложения;
- возможность построить различные отчёты.

### **1.2.2 Система расчета и визуализации данных для бурения скважин**

Геоинформационная система, предназначенная для эффективного управления пространственными данными бурения скважин. Разработана российской компанией «Антереал» (бренд ООО "ИТ Аналитика").

Ключевые характеристики:

- централизованное хранение всей информации по бурению скважин в базе геоданных Автоматизация процессов, связанных с управлением пространственными данными для бурения;
- расчет, визуализация и хранение данных, поступивших с гироскопов или инклинометров;
- контроль корректности данных (нарушение границ лицензионных участков или горных отводов, столкновение стволов скважин, выход за круг допуска и т.д.);
- история всех изменений с возможностью отката;
- формирование отчетной документации;
- импорт и экспорт данных в формате Microsoft Excel, карт MapInfo, отображение картографических служб;
- экспорт и печать с размерами листа от А4 до А0;
- защита данных от несанкционированного доступа;



— не требует наличия дополнительных лицензий на программное обеспечение [36].

### **1.3 Постановка задачи.**

Выбранные системы для сравнения обладают большим объемом различного функционала. Так же оба продукта были разработаны российскими компаниями. Но представленные системы работают с геоинформационной системой ArcGIS от американской компании «ESRI». WellTracking является плагином для настольных версий ArcGIS Desktop, а РВДБС – настольным приложением, работающим с ArcGIS Server. Поэтому оба продукта требуют установки на рабочем компьютере конечного пользователя.

После введения Правительством Российской Федерации программы по импортозамещению и ЛНД ПАО «НК «Роснефть» было запрещено приобретение на госзакупках продукции компании «ESRI». А так как рассматриваемые системы работают только с геоинформационной системой ArcGIS, то их дальнейшее использование становится невозможным.

Таким образом, в рамках программы импортозамещения необходимо построить систему ведения маркшейдерских данных, которая способна работать с различными геоинформационными системами. Кроме того, данная система должна иметь ряд следующих ключевых особенностей:

- предоставлять базовый набор функций, что и представленные для сравнения системы;
- должна быть веб-приложением, что избавляет от установки дополнительного программного обеспечения на рабочем месте конечного пользователя. Для работы необходим веб-браузер;

- поддержка всех современных браузеров (Google Chrome, Microsoft EDGE, Opera, Mozilla Firefox и т.д.), а также браузера Internet Explorer 11;
- работать с 3 геоинформационными системами: GeoServer, QGIS, ArcGIS;
- иметь тесную интеграцию с существующими системами в компании, без каких-либо доработок в них.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение бизнес-процессов отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах компании;
- анализ существующих систем автоматизации маркшейдерских данных, представленных на рынке;
- проектирование архитектуры приложения, базы данных, методов синхронизации с геоинформационной системой, пользовательского интерфейса;
- разработка приложения;
- тестирование;
- внедрение на предприятии.

## **2 Программная реализация разрабатываемой системы**

Сформулируем функциональные требования, предъявляемые к разрабатываемой системе.

### **2.1 Функциональные требования к системе**

Функциональные требования определяют функциональные возможности системы, такие как какие именно услуги система должна предоставлять, как она должна реагировать на конкретные исходные данные и как система должна вести себя в определенных ситуациях. Функциональные требования зависят от типа программного обеспечения, от типа системы, в которой используется это программное обеспечение, а также от ожиданий пользователя. [31]

Разрабатываемое веб-приложение должно предоставлять следующие функциональные возможности для всех авторизованных пользователей с правами «просмотр»:

- отображение типов характерных точек;
- отображение пластов;
- отображение систем координат;
- отображение фонда скважин в виде дерева с возможностью смены группировки по ЛУ, ГО или месторождению;
- просмотр информации о лицензионном участке: список скважин, атрибуты, документы;
- просмотр информации о месторождении: список скважин, атрибуты, документы;
- просмотр информации о горном отводе: список скважин, атрибуты, документы;
- отображение информации о кустовой площадке: список скважин, атрибуты, документы;

- просмотр версий кустования;
- отображение информации о скважине: атрибуты, список характерных точек, документов, обследований;
- возможность перепроецировать координаты в другую СК, заданную в системе;
- отображение информации о стволе: атрибуты, инклинометрия;
- отображение истории загрузок инклинометрии;
- отображение 3D модели ствола и интенсивности искривления ствола;
- выгрузка интегрального отчета по скважинам в соответствии с содержанием таблицы скважин;
- синхронизация геометрии устьев, забоев и кустовой площадки в БГД.

Для всех авторизованных пользователей с правами «редактирования» система должна предоставлять следующие функциональные возможности:

- всё что доступно для пользователей с правами «просмотр»;
- импорт существующего фонда скважин;
- добавление\редактирование пользовательских типов характерных точек;
- добавление \редактирование пластов;
- добавление \редактирование систем координат;
- добавление \редактирование кустов;
- добавление \редактирование скважин;
- добавление \редактирование обследования скважины;
- загрузка инклинометрии;
- добавление \редактирование характерных точек;
- редактирование атрибутивной информации лицензионного участка;
- редактирование атрибутивной информации месторождения;
- редактирование атрибутивной информации горного отвода;

- загрузка документов скважины, куста, ЛУ, месторождения, ГО;
- создание новой версии кустования;
- расчёт параметров кустования.

Для всех авторизованных пользователей с правами «удаления» система должна предоставлять следующие функциональные возможности:

- всё что доступно для пользователей с правами «просмотр»;
- удаление куста;
- удаление скважины;
- удаление характерных точек;
- удаление документов;
- удаление систем координат;
- удаление пластов;
- удаление пользовательских типов точек;
- удаление загруженных инклинометрий;
- удаление версий кустования.

## **2.2 Варианты использования**

На основе функциональных требований можно определить варианты использования системы. Концепция разрабатываемой системы предполагает взаимодействие только с авторизованными пользователями, но с различными правами.

Сценарий вариантов использования пользователя с правами «просмотр» представлен на рисунке 1.

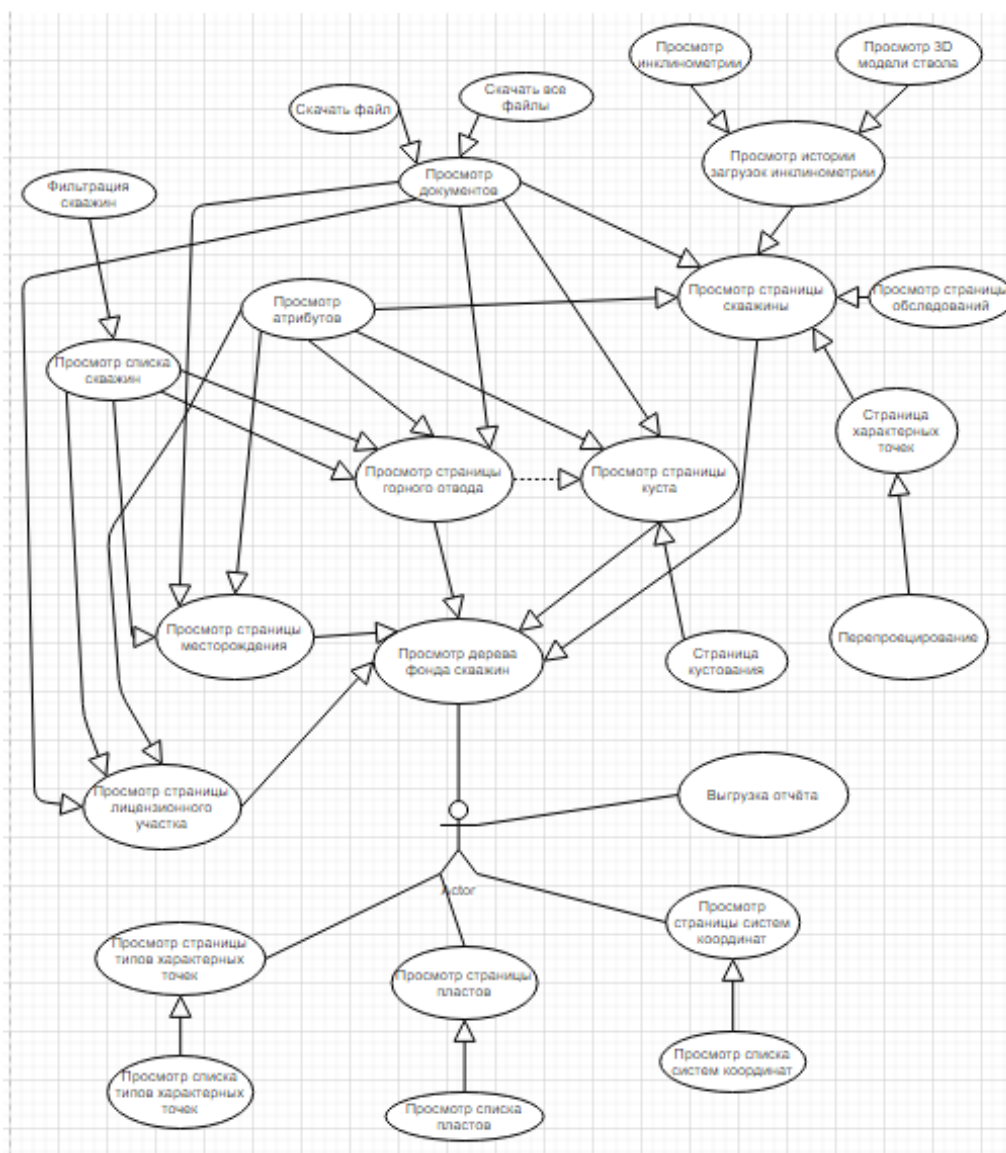


Рисунок 1 – Варианты использования пользователя с правами «просмотр».

Пользователь с правами «просмотр» может только просматривать данные в системе. Он может посмотреть данные о всех типах точек, систем координат, пластах, лицензионных участках, месторождениях, кустах и скважинах. Так же ему доступна выгрузка интегрального отчёта.

Сценарий вариантов использования пользователя с правами «редактирования» представлен на рисунке 2.



Сценарий вариантов использования пользователя с правами «удаления» представлен на рисунке 3.

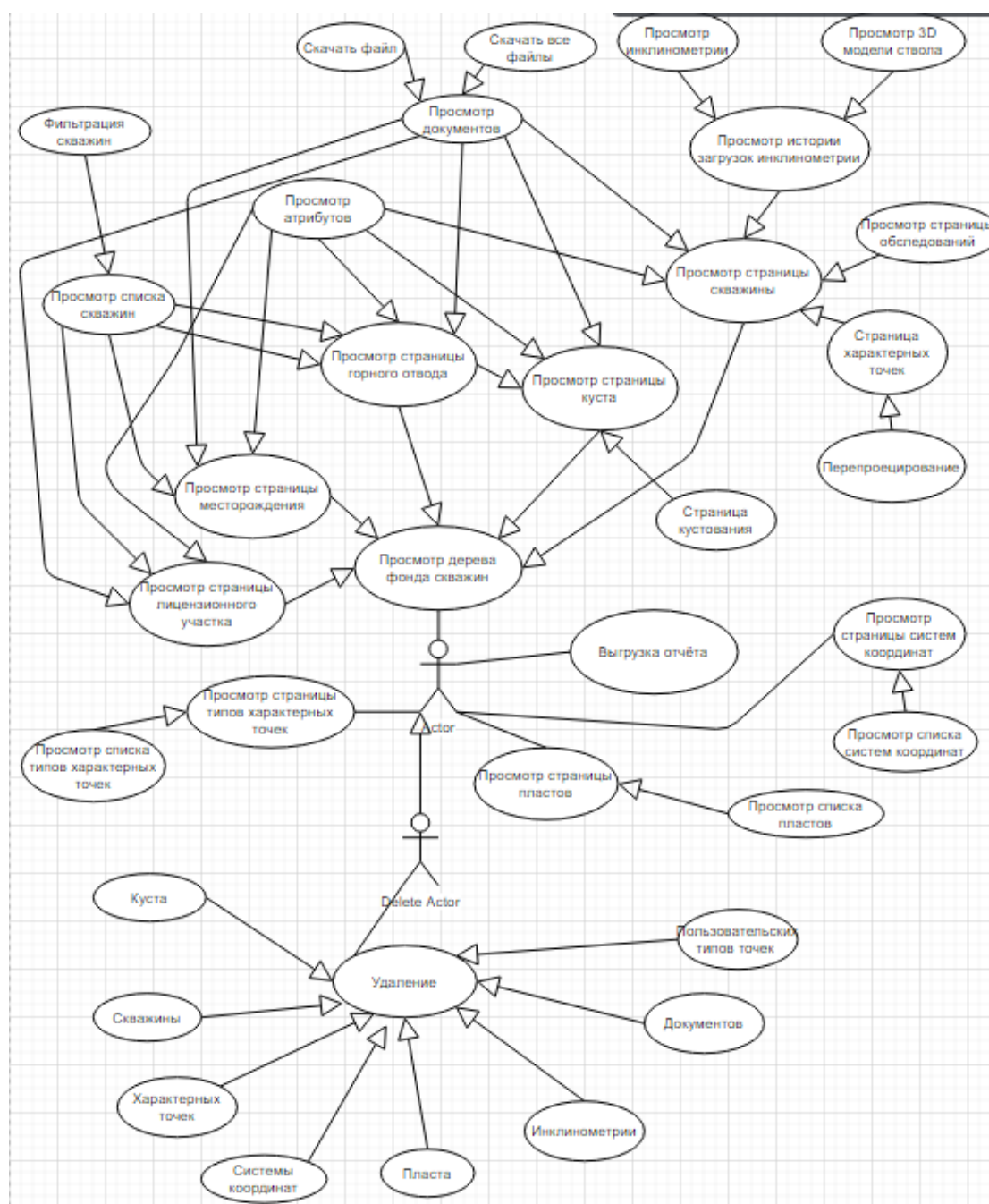


Рисунок 3 – Варианты использования пользователя с правами «удаления».

Данный пользователь может делать всё что и пользователь с правами «просмотр». Так же ему доступны удаление ЛУ, месторождения, куста, скважины, документов.



## 2.3 Архитектура системы

Для реализации системы были разработаны три компонента. Один компонент содержит всю логику взаимодействия с БД и клиентским приложением (RESTful API), второй предназначен для взаимодействия с Web Feature Service, третий компонент – клиентское приложение.

На рисунке 4 представлена диаграмма пакетов для компонента взаимодействия с Web Feature Service.

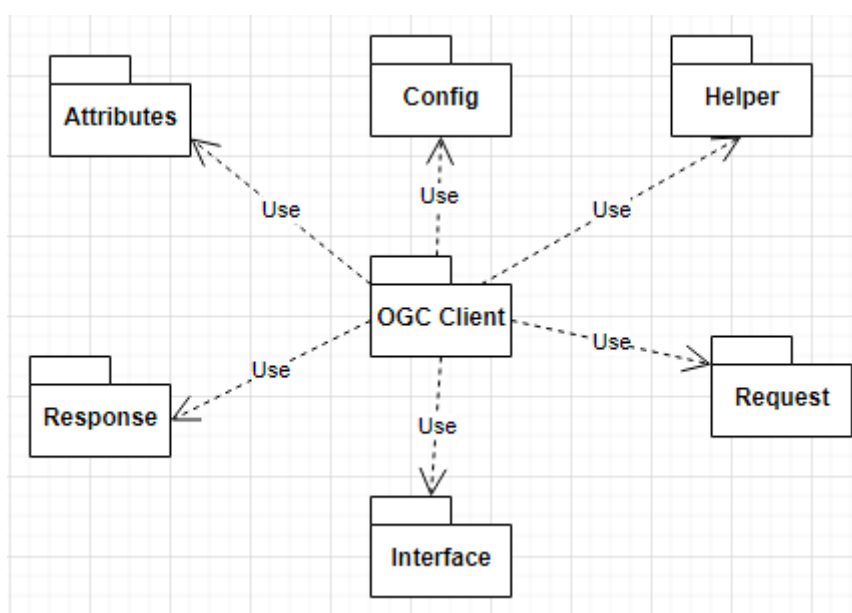


Рисунок 4 – Диаграмма пакетов компонента «OGC Client»

Компонент «OGC Client» содержит пакет «Attributes» пользовательскими атрибутами OGC Client-a. Данные атрибуты предназначены для маппинга отправляемых объектов, для дальнейшей сериализации и десериализации. Пакет «Config» содержит в себе вспомогательные классы для работы с настройками компонента. Пакет «Response» содержит классы ответа Web Feature Service. Пакет «Request» содержит в себе классы для формирования запроса к Web Feature Service. Пакет «Interface» предназначен для предоставления публичных интерфейсов компонента. Пакет «Helper» основной пакет компонента. В

нем содержится все логика по формированию, отправки запроса, чтению и парсингу ответа.

На рисунке 5 представлена диаграмма пакетов для компонента с логикой.

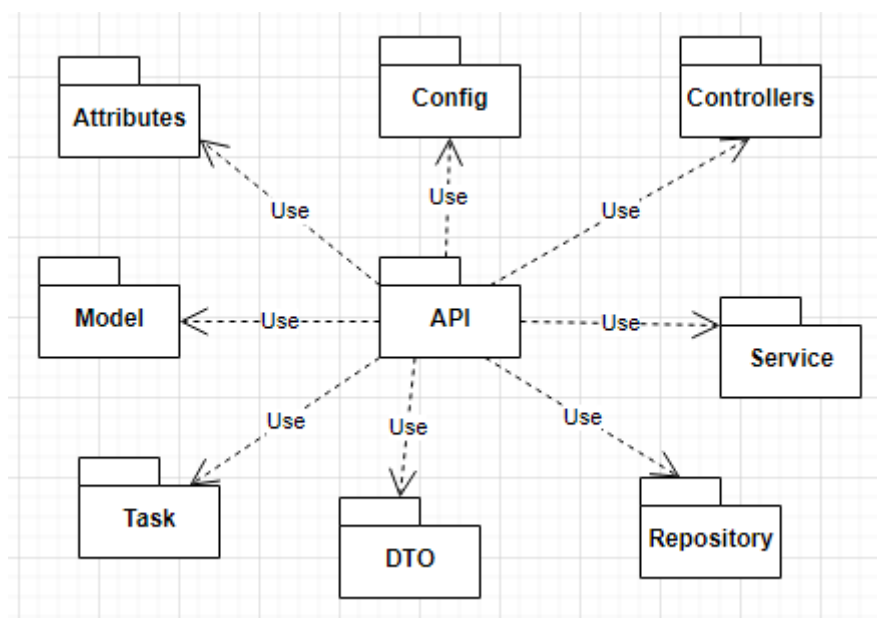


Рисунок 5 – Диаграмма компонентов «API».

Компонент «API» содержит основную логику работы системы. В данном пакете содержатся пакеты для работы с клиентским приложением, взаимодействия с базой данных, периодических задач, модели данных. Пакет «Model» содержит в себе доменную модель приложения. Пакет «Controllers» содержит в себе API для клиентского приложения. В пакете «DTO» содержатся Data Transfer Objects, предназначенные для передачи данных по сети. Пакет «Repository» содержит всю логику взаимодействия с базой данных. В пакете «Attributes» представлены атрибуты для биндинга DTO. Пакет «Config» содержит вспомогательные классы для работы с конфигурами приложения. В пакете «Task» содержатся классы для работы с задачами, которые должны повторяться с определенной периодичностью.

Например, задача синхронизации данных с БГД. Пакет «Service» содержит классы для обработки данных между пакетами «Controllers» и «Repository».

Компонент «Client App» предназначен для отображения интерфейса системы и отправки запросов к серверу. На рисунке 6 представлена диаграмма пакетов клиентского приложения.

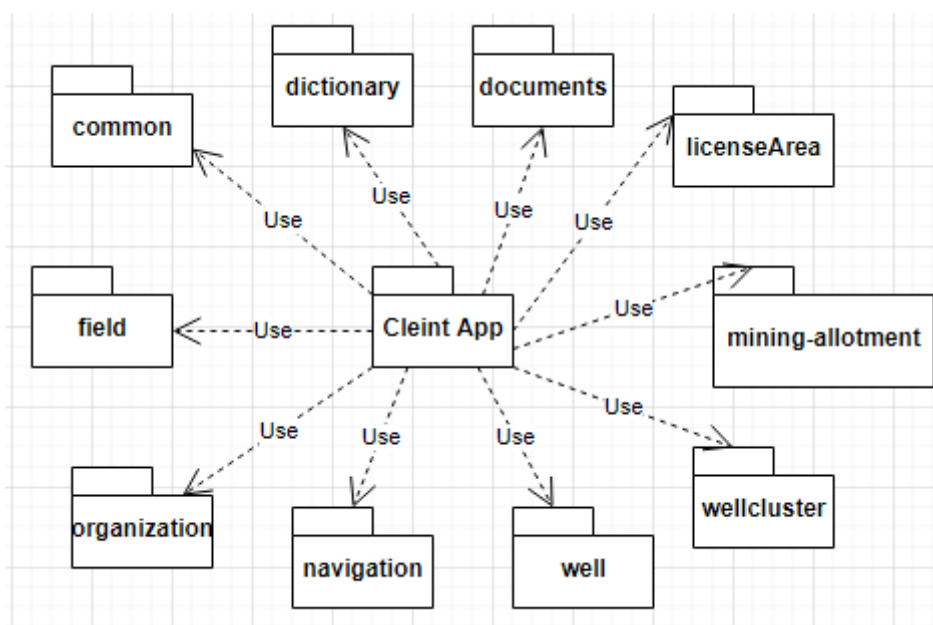


Рисунок 6 – Диаграмма пакетов клиентского приложения.

Пакет «Client App» содержит в себе пакет «common», в котором хранятся компоненты, используемые во всем приложении. Пакет «dictionary» содержит в себе компоненты для работы со справочными значениями. Пакет «documents» предназначен для работы с документами. Пакет «licenseArea» предназначен для работы с лицензионными участками. Пакет «mining-allotment» предназначен для работы с горными отводами. В пакете «wellcluster» содержатся компоненты для отображения кустов. Пакет «well» предназначен для работы со скважинами, стволами и инклинометрией. Пакет «navigation» содержит в себе компоненты для работы с деревом. Пакет «field» предназначен для работы с

месторождениями. В пакете «organization» содержатся компоненты для отображения страницы организации.

## 2.4 Диаграмма компонентов

Диаграмма компонентов позволяет определить состав программных компонентов, а также установить зависимости между ними. Данная диаграмма обеспечивает согласованный переход от логического к физическому представлению системы в виде программных компонентов. На рисунке 7 представлена диаграмма компонентов, разрабатываемой системы.

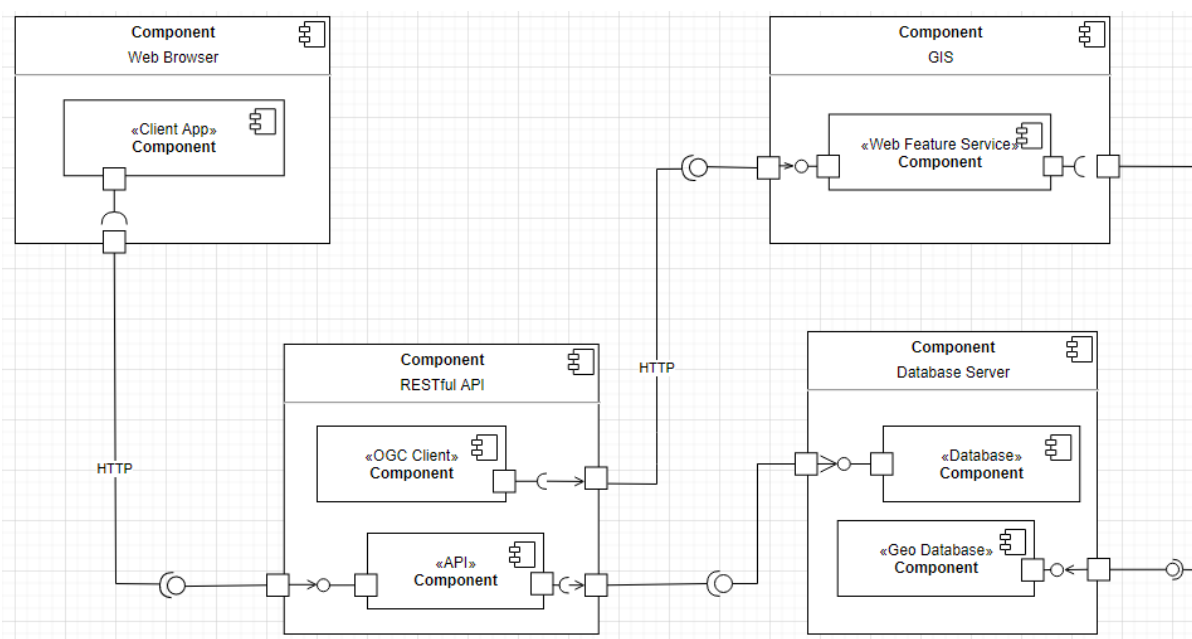


Рисунок 7 – Диаграмма компонентов

Диаграмма содержит следующие компоненты:

- «Web Browser» – браузер.
- «Client App» – клиентское приложение
- «RESTful API» – компонент сервера приложений.
- «OGC Client» – компонент взаимодействия с Web Feature Service ГИС.

- «API» – компонент, с основной бизнес-логикой. Предоставляет API для клиентского приложения и взаимодействует с БД.
- «GIS» – компонент геоинформационной системы. Например ArcGIS, QGIS, GeoServer.
- «Web Feature Service» – компонент создания, изменения и удаления географической информации.
- «Database Server» – сервер баз данных
- «Database» – база данных
- «Geo Database» – база геоданных.

## **2.5 Выбор и обоснование средств разработки**

Для разработки современного ПО на сегодняшний день предпочтение отдается средам с объектно-ориентированным подходом к программированию и имеющих в своем составе большой набор готовых библиотек для быстрого создания графических интерфейсов к разрабатываемому программному продукту. Для разработки нашей системы были предложены два фреймворка: ASP.NET MVC и PHP Yii Framework. Из предложенного списка был выбран ASP.NET MVC, т.к. он лучше подходит для крупных и средних проектов. [7] Также в PHP нет множества возможностей, которые есть в ASP.NET, поэтому разработка на PHP выйдет дороже. [1]

### **2.5.1 Среда разработки**

Для разработки системы использовалась Microsoft Visual Studio 2017 Professional, т.к. данный продукт лучше всего подходит для разработки с использованием ASP.NET MVC.

Microsoft Visual Studio 2017 Professional – представляет собой интегрированную среду разработки от Microsoft. Она используется для

разработки компьютерных программ для Microsoft Windows, а также веб-сайтов, веб-приложений и веб-служб.

Для разработки клиентского приложения использовался Visual Studio Code, т.к. является бесплатным и мощным для работы с JavaScript.

Visual Studio Code – это легкий, но мощный редактор исходного кода, который работает на вашем рабочем столе и доступен для Windows, macOS и Linux. Он поставляется со встроенной поддержкой JavaScript, TypeScript и Node.js и имеет богатую экосистему расширений для других языков. [2]

### **2.5.2 Технологии разработки**

Разрабатываемая система – это многоуровневая система. В соответствии с паттерном «Многоуровневая система» структурные элементы организуются в отдельные уровни с взаимосвязанными обязанностями таким образом, чтобы на нижнем уровне располагались низкоуровневые службы и службы общего назначения, а на более высоких уровнях – объекты уровня приложения. При этом взаимодействие и связывание уровней происходит сверху-вниз. Связывание объектов снизу-вверх следует избегать. [11] На рисунке 8 представлена схема паттерна «Многоуровневая система».

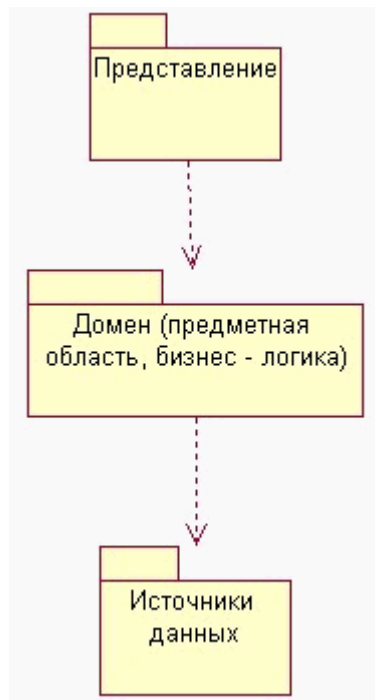


Рисунок 8 – Схема паттерна «Многоуровневая система».

#### 2.5.2.1 NHibernate

NHibernate – ORM-решение для платформы Microsoft .NET, портированное с Java. Он активно развивается, полнофункционален и используется в тысячах успешных проектов. Это бесплатная библиотека с открытым кодом, распространяется под лицензией GNU Lesser General Public License. [5]

#### 2.5.2.2 СУБД

Для управления базой данных используется реляционная СУБД (система управления базами данных) MS SQL. Microsoft SQL Server — система управления реляционными базами данных (РСУБД), разработанная корпорацией Microsoft. Основным используемый язык запросов — Transact-SQL, создан совместно Microsoft и Sybase. Transact-SQL является реализацией стандарта ANSI/ISO по структурированному языку запросов (SQL) с расширениями. [4]

### **2.5.2.3 Синхронизация с БГД**

Для синхронизации с БГД использовался стандарт WFS [35]. Стандарт WFS — веб-сервис пространственных объектов, определяющий интерфейсы и операции, которые позволяют запрашивать и редактировать векторные пространственные данные, такие, как дороги или береговые линии.

Данный стандарт описывает следующие операции, доступные клиентам (в скобках указано название операции):

- определять доступные наборы объектов (GetCapabilities);
- определять существующие поля объектов (DescribeFeatureType);
- фильтровать набор объектов по указанному ограничению (GetFeature);
- добавлять, редактировать или удалять объекты (Transaction).

Входящие и исходящие данные веб-сервиса представлены в формате GML. Некоторые из сервисов могут поддерживать и другие форматы данных, например GeoRSS или shape-файлы.

Пример запроса «GetFeature» приведен в приложении Б. Пример запроса «Transaction» для удаления данных приведен в приложении В.

### **2.5.2.4 Паттерн Repository**

Паттерн Repository [8] выступает посредником между источником данных и бизнес-слоем приложения, используя интерфейс схожий с коллекциями для доступа к объектам области определения. Он запрашивает источник данных для данных, отображает данные из источника данных, в бизнес-сущности, и сохраняет изменения, в бизнес-сущности, в источнике данных.



### **2.5.2.5 Паттерн Unit of Work**

Паттерн Unit of Work [9] – позволяет отслеживать все изменения данных, которые мы производим с доменной моделью в рамках бизнес-транзакции. После того, как бизнес-транзакция закрывается, все изменения попадают в БД в виде единой транзакции.

### **2.5.2.6 Vue.js**

Vue.js - современный прогрессивный фреймворк, написанный на языке JavaScript и предназначенный для создания веб-приложений клиентского уровня. Основная сфера применения данного фреймворка – это создание и организация пользовательского интерфейса. [10]

### **2.5.2.7 OpenLayers**

OpenLayers позволяет легко разместить динамическую карту на любой веб-странице. Он может отображать плитки карт, векторные данные и маркеры, загруженные из любого источника. OpenLayers был разработан для дальнейшего использования географической информации всех видов. Это полностью бесплатный JavaScript с открытым исходным кодом, выпущенный под лицензией 2-clause BSD (также известной как FreeBSD). [6]

### **2.5.2.8 Buefy**

Buefy – это библиотека компонентов пользовательского интерфейса, созданная поверх двух свежих, но очень известных фреймворков, которые являются Vue.js и Bulma. [3] У Buefy есть два основных принципа:

- 1 держите вещи простыми;
- 2 быть легким.

### **2.5.2.9 Система контроля версий**

Для разработки проекта используется распределенная система управления версиями Git. Система контроля версий или VCS может

значительно облегчить работу разработчиков, пытающихся проанализировать изменения и вклады в общий код. VCS дает возможность назначать для определенных изменений/ревизий/обновлений буквенные или числовые значения. Также система может предоставить информацию о временных метках и идентификаторе человека внесшего изменения. [42]

### 3 Реализация системы в виде веб-приложения

На основании принятых программных решений было разработано веб-приложение «Автоматизированное рабочее место маркшейдера».

Веб-приложение состоит из страницы организации, страницы лицензионного участка, страницы куста, страницы скважины, навигационного меню.

#### 3.1 Страница организации

На рисунке 9 представлена страница «Организация». На данной странице пользователь имеет возможность просмотреть весь фонд скважин организации. Пользователю предоставляется возможность фильтрации списка скважин. С данной страницы возможно выгрузить отчет по текущему фонду скважин организации.

Скриншот веб-приложения «Автоматизированное рабочее место маркшейдера» на странице «Организация». В верхней части экрана находится панель заголовка с логотипом «АО 'НЕФТЕКОМ' | CAMP», названием «АО 'Нефтеком'» и именем пользователя «Кулемев Антон Григорьевич». В левом боковом меню видны пункты «Главная» и «Справочники». В центре экрана расположены фильтры для поиска скважин: «Номер скважины», «Целевой пласт», «Фонд скважины», «Статус скважины», «Категория скважины», «Куст» и «Месторождение». В нижней части экрана отображается таблица со списком скважин.

Месторождение	Куст	Номер скважины	Фонд скважины	Статус скважины	Категория скважины	Целевой пласт
Карсавайское месторождение	0	385R	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	
Карсавайское месторождение	0	385RB1	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	
Карсавайское месторождение	1	1	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	133	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	134	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	
Карсавайское месторождение	1	1443	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	
Карсавайское месторождение	1	181	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	2	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	281	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	282	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	5	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	581	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	6	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	1	681	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	10	130	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	
Карсавайское месторождение	10	131	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
Карсавайское месторождение	10	132	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	

Рисунок 9 – Страница организации

#### 3.2 Навигационное меню

На рисунке 10 представлено навигационное меню приложения. Данное меню представлено в виде иерархического дерева организации. В

зависимости какой узел дерева выбран сейчас отображается нужная страница приложения. Есть возможность поиска узла по названию. Так же здесь расположены ссылки для перехода на страницу заполнения систем координат.

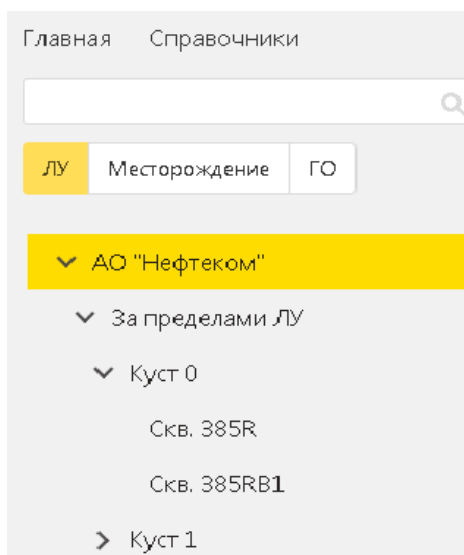


Рисунок 10 – Навигационное меню

### 3.3 Лицензионный участок

На рисунке 11 представлена страница «Лицензионный участок». Данный раздел состоит из 3 вкладок: «Атрибуты», «Скважины», «Документы». По умолчанию открывается страница скважин.

#### 3.3.1 Скважины лицензионного участка

Данная страница отображает список скважин данного лицензионного участка. Есть возможность фильтрации данных и постраничная выборка для ускорения работы и удобства отображения данных. С раздела «Лицензионный участок» у пользователя есть возможность создать куст и скважину.

Скважины
Атрибуты
Документы

+ Добавить скважину
+ Добавить куст

Номер скважины

Целевой пласт

Фонд скважины

Выберите фонд

Статус скважины

Выберите статус

Категория скважины

Выберите категорию

Куст

Сбросить

Куст	Номер скважины	Фонд скважины	Статус скважины	Категория скважины	Целевой пласт
0	385R	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	
0	385RB1	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	
1	1	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	133	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	134	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	
1	1443	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	
1	161	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	2	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	261	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	262	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	5	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	561	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	6	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
1	661	Проектный	Проектируемая	Нефтяная	
10	130	Проектный	Проектируемая	Нагнетательная	

Рисунок 11 – Страница лицензионного участка

### 3.3.2 Атрибуты лицензионного участка

Данная вкладка позволяет редактировать атрибутивную информацию о лицензионном участке. На рисунке 12 представлена страница атрибутов лицензионного участка.

Скважины
Атрибуты
Документы

Название \*

Лицензионный участок

Номер лицензии

Сохранить

Отмена

Рисунок 12 – Атрибуты лицензионного участка

Система валидирует, введенные пользователем данные. В случае, если введенные данные некорректны отображается соответствующее сообщение. На рисунке 13 представлен результат работы валидатора.

Рисунок 13 – Валидация атрибутов лицензионного участка

### 3.3.3 Документы лицензионного участка

Данная страница позволяет загрузить документы, относящиеся к данному лицензионному участку. На этой странице можно загрузить документы по одному или сразу несколько. Так же есть возможность удаления файла и переименования. Система позволяет скачать файл по одному или все файлы в виде архива. На рисунке 14 представлен результат.

Рисунок 14 – Документы лицензионного участка

## 3.4 Куст

На рисунке 15 представлена страница «Куст». Данный раздел состоит из 4 вкладок: «Атрибуты», «Скважины», «Кустование», «Документы». По умолчанию открывается страница атрибутов.

### 3.4.1 Атрибуты куста

Данная вкладка позволяет редактировать атрибутивную информацию о кусте. Так же с данной вкладки есть возможность удалить куст.

Атрибуты	Скважины	Кустование	Документы
----------	----------	------------	-----------

Куст: 0

Удалить куст

Сохранить

Отмена

Номер куста *	<input type="text" value="0"/>	Дата ввода в эксплуатацию	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Объект по классификатору *	<input type="text" value="Выберите объект по классификатору"/>	Начало инженерной подготовки	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Лицензионный участок *	<input type="text" value="За пределами ЛУ"/>	Конец инженерной подготовки	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Месторождение *	<input type="text" value="Карсовайское месторождение"/>	Инженерную подготовку выполнил	<input type="text"/>
Горный отвод *	<input type="text" value="За пределами ГО"/>	Объем инженерной подготовки, м <sup>3</sup>	<input type="text" value="0"/>
Состояние куста *	<input type="text" value="Действующий"/>	Источник данных	<input type="text"/>
НДС (факт.)	<input type="text" value="0"/>	Шифр проекта ПСД	<input type="text"/>

Рисунок 15 – Атрибуты куста

Система валидирует, введенные пользователем данные. В случае, если введенные данные некорректны отображается соответствующее сообщение. На рисунке 16 представлен результат работы валидатора.

Атрибуты	Скважины	Кустование	Документы
----------	----------	------------	-----------

Некорректно заполнены поля

Сохранить

Отмена

Поле 'Номер куста' обязательно для заполнения

Поле 'Объект по классификатору' обязательно для заполнения

Куст:

Удалить куст

Номер куста *	<input type="text"/>	Дата ввода в эксплуатацию	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Объект по классификатору *	<input type="text" value="Выберите объект по классификатору"/>	Начало инженерной подготовки	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Лицензионный участок *	<input type="text" value="За пределами ЛУ"/>	Конец инженерной подготовки	<input type="text" value="Выберите дату"/>
Месторождение *	<input type="text" value="Карсовайское месторождение"/>	Инженерную подготовку выполнил	<input type="text"/>
Горный отвод *	<input type="text" value="За пределами ГО"/>	Объем инженерной подготовки, м <sup>3</sup>	<input type="text" value="0"/>
Состояние куста *	<input type="text" value="Действующий"/>	Источник данных	<input type="text"/>
НДС (факт.)	<input type="text" value="0"/>	Шифр проекта ПСД	<input type="text"/>

Рисунок 16 – Валидация куста

### 3.4.2 Скважины куста

Данная страница отображает список скважин данного куста. Есть возможность фильтрации данных и постраничная выборка для ускорения работы и удобства отображения данных. Пользователь может перепроецировать координаты. С раздела «Куст» у пользователя есть возможность создать скважину.

Атрибуты

Скважины

Кустование

Документы

Система координат: WGS-84

+ Добавить скважину

Номер скважины

Целевой пласт

Фонд скважины

Статус скважины

Выберите фонд

Выберите статус

Категория скважины

Выберите категорию

Сбросить

№ скв.	Фонд скв.	Статус скв.	Категория скв.	Устье (Широта, Х)	Устье (Долгота, Y)	ТЗ (Широта, Х)	ТЗ (Долгота, Y)	Абсолютная глубина	h земли	h ротора	h фланца	Пласт
385R	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	(П) : 56 48' 51.02"	(П) : 84 53' 18.56"				0	0	0	
385RB1	Проектный	Проектируемая	Пьезометрическая	(П) : 56 51' 26.18"	(П) : 84 53' 5.08"				0	0	0	

Количество записей на странице: 20

Просмотр: 1-2 из 2

1 < >

Рисунок 17 – Скважины куста

### 3.4.3 Кустование

На рисунке 18 представлена страница кустования. Данная страница предназначена для автоматического планирования кустовой площадки. Для расчёта используется прямая геодезическая задача. Для этого пользователю достаточно только задать координаты первой скважины, направление движения станка и расстояние до следующей скважины. После нажатия на кнопку рассчитать в таблице отобразятся координаты всех скважин, а на карте появится схема кустовой площадки. Система позволяет хранить множество версий кустования, с возможностью выбрать актуальную. Для удобства можно выгрузить отчёт.



Атрибуты

Скважины

Кустование

Документы

+

-

+

200 m

Версия 1 (акт.)

☒ Актуально
 

Версия 1

?

↓

🗑️

НДС \*

Допуск КП (м.) \*

Макс. отход (м.)

Магнитное склонение

60 0' 0"

200

Система координат:

WGS-84

📅

📁

	Порядок	Название скважины	Устье(X, Широта)	Устье(Y, Долгота)	T1(X, Широта)	T1(Y, Долгота)	T3(X, Широта)	T3(Y, Долгота)	Сдвигка	
☰	1	385R	56.81417201 (56 48' 51.02")	84.8684882 (84 53' 18.56")			84.83 (84 49' 48")	56.74 (56 44' 24")	10	✎
☰	2	385RB1	56.85727356 (56 51' 26.18")	84.8847448 (84 53' 5.08")	84.86 (84 51' 36")	56.74 (56 44' 24")	84.81 (84 48' 36")	56.9 (56 53' 60")	0	✎

Рисунок 18 – Кустование

### 3.4.4 Документы куста

Данная страница позволяет загрузить документы, относящиеся к данному кусту. На этой странице можно загрузить документы по одному или сразу несколько. Так же есть возможность удаления файла и переименования. Система позволяет скачать файл по одному или все файлы в виде архива. На рисунке 19 представлен результат.

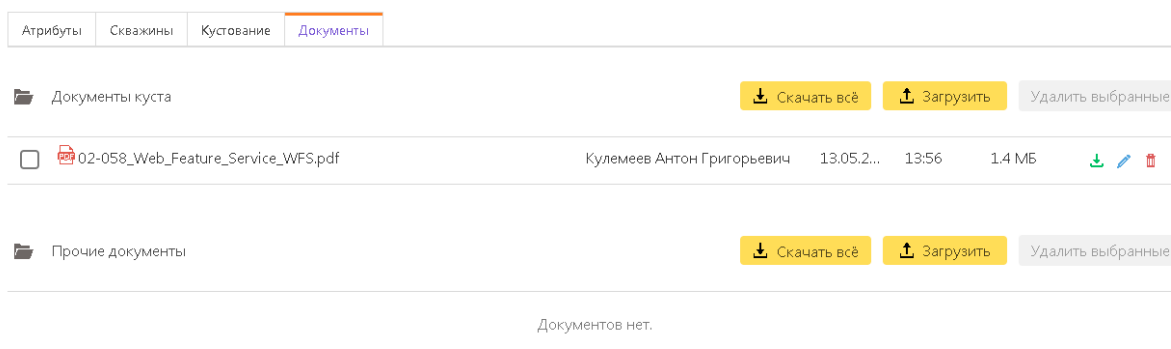


Рисунок 19 – Документы куста

### 3.5 Скважина

На рисунке 20 представлена страница скважины. Данный раздел состоит из 4 вкладок: «Атрибуты», «Характерные точки», «Инклинометрия», «Документы», «Обследования»

#### 3.5.1 Атрибуты скважины

На странице атрибутов можно заполнить атрибутивную информацию о скважине и стволе. Так же данная страница позволяет удалить скважину.

Атрибуты

Характерные точки

Инклинометрия

Документы

Обследования

Скважина: 385R

Сохранить

Отмена

Куст \*

0

Альтитуда земли

0

Номер скважины \*

385R

Альтитуда ротора

0

Фонд скважины \*

Проектный

Альтитуда фланца

0

Статус скважины \*

Проектируемая

Лицензионный участок \*

За пределами ЛУ

Категория скважины \*

Пьезометрическая

Месторождение \*

Карсовайское месторождение

Горный отвод \*

За пределами ГО

Ствол: Ствол 1

Профиль ствола \*

Вертикальный

Дата начала бурения

Выберите дату

Назначение ствола \*

Продуктивный

Дата окончания бурения

Выберите дату

Состояние ствола \*

Проект

Длина буровой колонны, м

Подрядчик на бурение

Длина каротажного кабеля, м

Рисунок 20 – Атрибуты скважины

Система защищает пользователя от внесения не валидных данных. Поэтому при сохранении всё введённые данные проверятся. На рисунке 21 представлены результаты валидации.

Атрибуты
Характерные точки
Инклинометрия
Документы
Обследования

Некорректно заполнены поля
Сохранить
Отмена

Поле 'Номер скважины' обязательно для заполнения

Скважина:

Куст \*
0

Альтитуда земли
0

Номер скважины \*

Альтитуда ротора
0

Фонд скважины \*
Проектный

Альтитуда флянца
0

Статус скважины \*
Проектируемая

Лицензионный участок \*
За пределами ЛУ

Категория скважины \*
Пьезометрическая

Месторождение \*
Карсовайское месторождение

Горный отвод \*
За пределами ГО

Рисунок 21 – Валидация скважины

### 3.5.2 Характерные точки

Данная страница позволяет ввести «характерные точки» скважины: «устье», «забой», точки от  $T_0$  до  $T_{10}$ . Результат представлен на рисунке 22. Так же здесь при успешной синхронизации с БГД становится доступной кнопка перехода к точке на карте. При выборе системы координат данные в таблице перепроецируются. На данной странице можно внести координаты как плановых точек, так и фактических.

Атрибуты
Характерные точки
Инклинометрия
Документы
Обследования

Система координат: WGS-84

План
+ Добавить

Характерные точки	Координата X, Широта	Координата Y, Долгота	Абсолютная глубина	Пласт	Примечание	Действия
Устье	56 54' 1.35"	84 52' 51.61"	0			

Факт
+ Добавить

Характерных точек нет.

Рисунок 22 – Характерные точки

### 3.5.3 Инклинометрия

Данная страница позволяет загрузить данные инклинометрии для скважины из файла Excel. Результат представлен на рисунке 23. Так же на этой странице можно посмотреть 3D модель ствола и историю загрузок инклинометрии.

Атрибуты

Характерные точки

Инклинометрия

Документы

Обследования

Загрузить инклинометрию

История загрузок

3D

Проект Дата загрузки: 13.05.2020

Тип азимута:	Географический	Глубина кондуктора:	699.8	
Альтитуда ротора:	54.09	Глубина забоя:	4225	
Подрядчик:	«ШЛЮМБЕРЖЕ»	Радиус допуска:	34	
Магнитное склонение:	20.493	Макс. zenithный угол:	38.478	на глубине: 1880
Дата обработки:	06.08.2014	Макс. интенс. искрив.:	1.21	на глубине: 1200

Глубина по стволу, м:

Вертикальная глубина, м:

Абсолютная глубина, м:

Данные инклинометрии 

Развернуть

Рисунок 23 – Инклинометрия

### 3.5.4 Документы скважины

На рисунке 24 представлена страница документы скважины. По функционалу данная страница схожа со страницей куста.

Атрибуты

Характерные точки

Инклинометрия

Документы

Обследования

Документы скважины

Скачать все

Загрузить

Удалить выбранные

<div>123.txt</div>	Кулемеев Антон Григорьевич	13.05.2...	17:25	2.7 КБ	<div></div>
--------------------	----------------------------	------------	-------	--------	-------------

Прочие документы

Скачать все

Загрузить

Удалить выбранные

Документов нет.

Рисунок 24 – Документы скважины

### 3.5.5 Обследования

Данный раздел необходим для внесения информации о проводимом обследовании. Пользователь может скачать акт обследования или чек-лист

проверки, либо оба файла в виде архива. На рисунке 25 представлен результат.

Атрибуты	Характерные точки	Инклинометрия	Документы	Обследования
----------	-------------------	---------------	-----------	--------------

+ Добавить









Дата обследования	Фотография	Акт	Чек лист	Действия
01.05.2020	 ARMM_GISP-	Заполнен	Не заполнен	  
13.05.2020	 survey	Не заполнен	Заполнен	  

Рисунок 25 – Обследования скважины

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Создание любого продукта подразумевает определенные затраты ресурсов как материальных, так и трудовых. Расчет ресурсозатратности продукта учитывается при оценке его коммерческого потенциала, что, в свою очередь, влияет на конкурентоспособность продукта на рынке. Оценка коммерческого потенциала также необходима при поиске источников финансирования, так как позволяет оценить рентабельность продукта.

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Оцениваются полные денежные затраты на исследование (проект), а также дается хотя бы приближенная экономическая оценка результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

### **4.1 Организация и планирование работ**

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

Данный пункт содержит полный перечень проводимых работ, их исполнители и рациональную продолжительность. Для наглядности и в виду наличия только двух исполнителей результат планирования представлен как линейный график реализации проекта. Для его построения, хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 1, приведённую ниже.

Таблица 1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение технического задания	НР, И	НР – 60% И – 40%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 50% И – 50%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Проектирование пользовательских сценариев	НР, И	НР – 40% И – 80%
Проектирование базы данных	НР, И	НР – 10% И – 100%
Проектирование пользовательских интерфейсов	И	И – 100%
Разработка информационной системы	И	И – 100%
Тестирование информационной системы	И	И – 100%
Оформление пояснительной записки	НР, И	НР – 30% И – 100%
Публикация проекта	И	И – 100%

#### 4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчёт продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статистическим методом, реализуемый экспертным способом.

Экспертный способ предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  используется формула 1.

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5} \quad (1)$$

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность работы, дн;



$t_{\max}$  – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения работ, перечисленных в таблице 1 требуются:

— Инженер – исполнитель НИР;

— Научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести её в календарные дни. Расчёт продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях (ТРД) ведётся по формуле 2.

$$T_{\text{РД}} = \frac{t_{\text{ож}}}{K_{\text{ВН}}} * K_{\text{Д}} \quad (2)$$

где  $t_{\text{ож}}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{ВН}}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определённых длительностей в данной работе  $K_{\text{ВН}} = 0.9$ .

$K_{\text{Д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, в данном случае  $K_{\text{Д}} = 1,2$ .

Расчёт продолжительности этапа в календарных днях ведётся по формуле 3.

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} * T_{\text{К}} \quad (3)$$

где  $T_{\text{КД}}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле 44.

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (4)$$

где  $T_{\text{КАЛ}}$  – календарные дни ( $T_{\text{КАЛ}} = 366$ );

$T_{ВД}$  – выходные дни;

$T_{ПД}$  – праздничные дни.

Количество праздничных и выходных дней для шестидневной рабочей недели, с учетом нерабочих дней, установленных Указами Президента РФ от 25.03.2020 № 206, от 02.04.2020 N 239, от 28.04.2020 № 294 составляет 97 дней [27].

$$T_K = \frac{366}{366 - 97} = 1,36$$

В таблице 2 приведён пример определения продолжительности этапов работ и их трудоёмкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле 1. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоёмкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учётом коэффициента  $K_D = 1,2$ . Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение  $t_{ож} \cdot K_D$ . Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоёмкости, выраженные в календарных днях путём дополнительного умножения на  $T_K$ . Итог по столбцу 5 даёт общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоёмкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоёмкости этапов по исполнителям  $T_{КД}$  (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график выполнения проекта. На рисунке 26 представлен график.

Таблица 2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Т <sub>РД</sub>		Т <sub>КД</sub>	
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2,00	4,00	2,80	3,73		5,08	
Составление и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2,00	4,00	2,80	3,73	3,73	5,08	5,08
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	4,00	6,00	4,80	1,48	6,40	2,01	8,70
Разработка календарного плана	НР, И	2,00	4,00	2,80	1,16	1,16	1,58	1,58
Обсуждение литературы	НР, И	1,00	3,00	1,80	0,43	2,40	0,59	3,26
Проектирование пользовательских сценариев	НР, И	8,00	13,00	10,00	4,00	13,33	5,44	18,13
Проектирование базы данных	НР, И	5,00	7,00	5,80	2,32	7,73	3,16	10,52
Проектирование пользовательских интерфейсов	И	7,00	9,00	7,80		10,40		14,14
Разработка информационной системы	И	22,00	30,00	25,20		33,60		45,70
Тестирование информационной системы	И	5,00	6,00	5,40		7,20		9,79
Оформление пояснительной записка	НР, И	14,00	21,00	16,80	4,03	22,40	5,48	30,46
Публикация проекта	И	2,00	4,00	2,80		3,73		5,08
<b>Итого:</b>				<b>93,80</b>	<b>20,89</b>	<b>112,09</b>	<b>28,41</b>	<b>152,45</b>

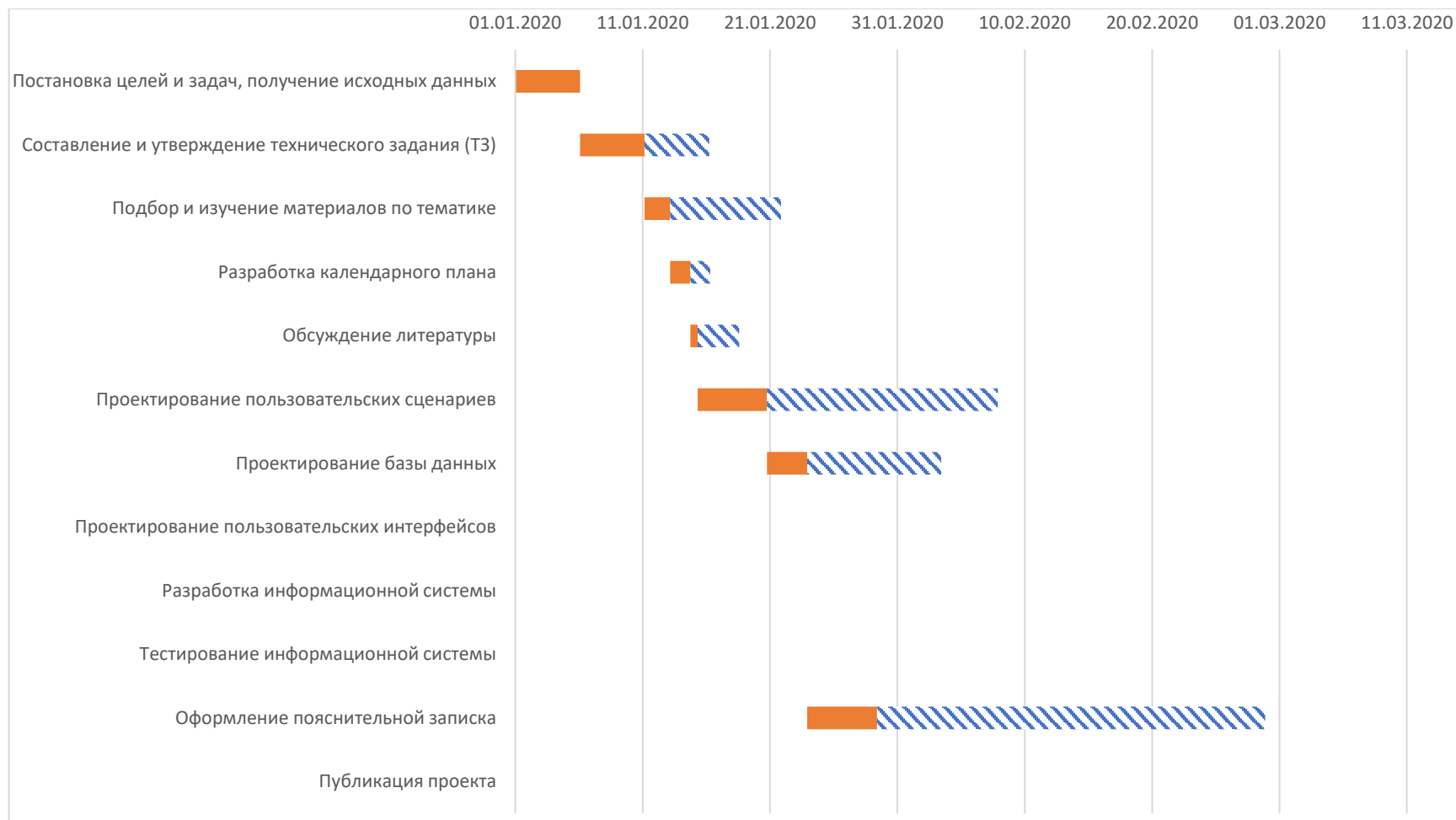


Рисунок 26 – Линейный график выполнения проекта

## 4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости её выполнения производится по следующим статьям затрат:

- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие, накладные расходы.

### 4.2.1 Расчет затрат на материалы

Для выполнения работы необходим персональный компьютер. Среда и средство разработки, программный софт и другие комплектующие, нужные для разработки, получены бесплатно по студенческой лицензии и не требуют дополнительных затрат. В таблице 3 представлены материальные затраты.

Таблица 3 – Расчет затрат

№ п\п	Наименование	Цена за ед., Р	Количество	Сумма, Р
1	Среда разработки	-	1	-
	<b>Итого</b>			-

В нашем случае материальных затрат нет, т.к. все получено бесплатно.  $C_{\text{мат}} = 0\text{Р}$ .

### 4.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а

также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчёт основной заработной платы выполняется на основе трудоёмкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в ТПУ.

Среднедневная тарифная заработная плата ( $ЗП_{дн-т}$ ) рассчитывается по формуле 5.

$$ЗП_{дн-т} = MO/22,4, \quad (5)$$

учитывающей, что в году 269 рабочих дней. Следовательно, в месяце в среднем 22,4 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчёты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 4. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 2. Для учёта в её составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:  $K_{пр} = 1,1$ ;  $K_{доп.ЗП} = 1,188$ ;  $K_p = 1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{и} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$ . Данный показатель рассчитан для шестидневной рабочей недели.

Таблица 4 – Расходы на заработную плату

Исполнитель	Оклад, Р/мес	Среднедневная ставка, Р/раб.день	Затраты времени, раб. день	Коэффициент	Фонд з/платы, Р
НР	33664	1502,86	21	1,699	53620,44
И	9489	423,62	112		80609,80
<b>Итого:</b>					134230,24

### 4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.  $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$   
 $= 134230,24 * 0,3 = 40269,07\text{Р.}$

### 4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле 6.

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_{\text{э}}, \quad (6)$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

Для ТПУ  $Ц_{\text{э}} = 6,59 \text{ Р/кВт·час}$  (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера ( $T_{\text{рд}}$ ) из расчёта, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (7)$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{\text{рд}}$ , в данном случае приравнивается 0,75.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле 8.

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} * K_c, \quad (8)$$

где  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности  $K_C = 1$ .

Расчёт затрат на электроэнергию для технологических целей приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$ , час	Потребляемая мощность $P_{об}$ , кВт	Затраты $\Delta_{об}$ , Р.
Персональный компьютер	672,55	0,3	1 329,63
<b>Итого:</b>			<b>1 329,63</b>

#### 4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В данном пункте рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта по формуле 9.

$$C_{ам} = \frac{N_A * C_{об} * t_{рф} * n}{F_d}, \quad (9)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учётом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берётся из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году.

$t_{рф}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.



$$C_{AM} = \frac{0,4 * 34600 * 672 * 1}{269 * 8} = 4321,78$$

#### 4.2.6 Расчёт прочих расходов

В данном пункте отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов. Рассчитываются данные расходы по формуле 10.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) * 0,1 \quad (10)$$

$$C_{\text{проч}} = (0 + 134230,24 + 40269,07 + 1329,63 + 4321,78) * 0,1 \\ = 18015,07\text{Р}$$

#### 4.2.7 Расчёт общей себестоимости разработки

Проведя расчёт по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость научно-исследовательской работы.

Таблица 6 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма,Р
Основная заработная плата	С <sub>зп</sub>	134230,24
Отчисление в социальные фонды	С <sub>соц</sub>	40269,07
Расходы на электроэнергию	С <sub>эл.</sub>	1329,63
Амортизационные отчисления	С <sub>ам</sub>	4321,78
Прочие расходы	С <sub>проч</sub>	18015,07
<b>Итого:</b>		<b>198165,79</b>

Таким образом, затраты на разработку составили  $C = 198165,79\text{Р}$ .

#### 4.2.8 Расчёт прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определённости и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка

и т.д.) может определяться различными способами. Из-за недостатка данных прибыль следует принять в размере от 5 до 20 % от полной себестоимости проекта. В данном случае она принята за **39633,16Р.** (20 %) от расходов на разработку проекта.

#### **4.2.9 Расчёт НДС**

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. Подставив значения получим:  $(198165,79 + 39633,16) * 0,2 = 47559,79\text{Р.}$

#### **4.2.10 Цена разработки НИР**

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС. В данном случае

$$Ц_{\text{НИР(КР)}} = 198165,79 + 39633,16 + 47559,79 = 285358,74\text{Р.}$$

#### **4.3 Оценка экономической эффективности проекта**

Рассматриваемая работа разрабатывалась специально для применения в добывающих обществах ПАО «НК «Роснефть».

Количественная оценка невозможна ввиду недостатка информации. Данная работа позволяет вести детальную информацию о всем жизненном цикле скважин от планирования бурения до ее ликвидации. Разрабатываемая система позволит держать все данные о текущем фонде скважин предприятия в одном месте.

Система помогает планировать бурение скважин на кусте с последующей визуализацией результата планирования. Пользователь наглядно будет видеть план будущего куста. Сразу здесь будет отображаться информация о уже пробуренных кустах или запланированных, охраняемых местах, лицензионных участках. Это позволит планировать будущее бурение более эффективно, имея наглядную информацию, где бурить можно, а где нельзя.

Можно сказать, что в данной работе экономический эффект приобретает форму экономии рабочего времени и носит внутрисистемный характер, которому можно дать условную оценку: возможно оценить сокращение затрат на заработную плату, сокращение издержек на производство, экономия времени.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Научно-исследовательская работа направлена на создание информационной системы для автоматизации маркшейдерских работ.

Основным направлением реализации разработанного продукта являются маркшейдерские отделы добывающих обществ компании ПАО «НК «Роснефть», а также маркшейдерские отделы компаний, занимающихся подобной деятельностью. Например, ПАО «Газпром». Пользователями являются сотрудники компаний.

Работу студента в процессе выполнения данной ВКР можно классифицировать как работу инженера-программиста. Рабочим местом является офис компании АО «ТомскНИПИнефть», рабочей зоной является компьютерный стол.

Разработка системы для ведения маркшейдерских работ позволит вести точные данные разрабатываемого месторождения, производить планирование бурения скважин, хранение всей документации в электронном виде. Планирование бурения скважин месторождения с возможностью просмотра информации о реальном местоположении позволит не вести бурение в защищенных зонах, что сохранит природные ресурсы. Перевод документации в электронный формат позволит сохранить леса, и снизить выбросы в окружающую среду от целлюлозно-бумажных комбинатов.

#### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности регулируются государственными органами. Правила и нормы для обеспечения нормальных условий труда всех сотрудников устанавливаются

на государственном уровне. Для регулирования используются следующие правовые документы:

- постановления Правительства Российской Федерации;
- СНиПы;
- СанПиНы;
- ГОСТы;
- Трудовой кодекс.

### 5.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

В процессе работы, все используемые предметы должны находиться в зоне досягаемости. Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости приведено на рисунке 27.

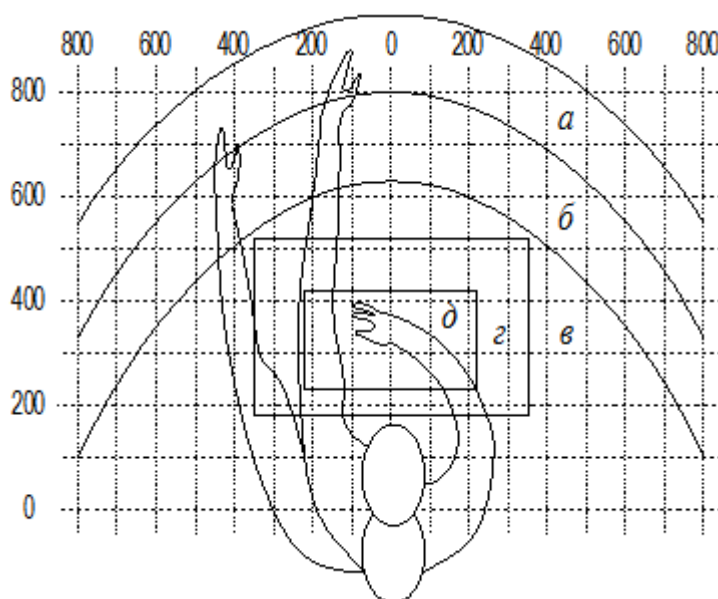


Рисунок 27 – Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости

На рисунке 27 введены следующие обозначения:

а – зона максимальной досягаемости;

б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в – зона легкой досягаемости ладони;

г – оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

На рисунке 28 приведен пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

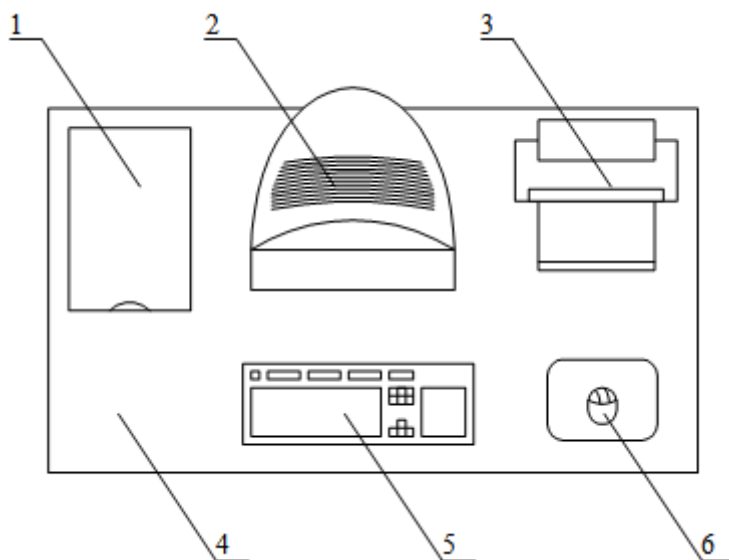


Рисунок 28 – Размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста

На рисунке 28 введены следующие обозначения:

1 – сканер;

2 – монитор;

3 – принтер;

4 – поверхность рабочего стола;

5 – клавиатура;

6 – манипулятор типа «мышь».

Для повышения комфорта в процессе работы за ПЭВМ, следует соблюдать нормы и требования, изложенные в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[33].

Когда характер работы требует постоянного взаимодействия с видеодисплейными терминалами (набор текстов или ввод данных и т.п.) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10-15 мин через каждые 45-60 мин работы.

В помещении, оборудованном ПЭВМ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ, которое проводится во время перерывов при работе за ПЭВМ.

### **5.1.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно Трудовому кодексу РФ [40] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю;
- не рекомендуется работать за компьютером более 6 часов за смену;
- рекомендуется делать перерывы в работе за ПК продолжительностью 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы;
- продолжительность непрерывной работы за компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 1 час;

- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.
- при работе с ПЭВМ в ночную смену (с 22 до 6 ч), независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов следует увеличивать на 30 %.

## **5.2 Производственная безопасность**

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта. Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием различных опасных и вредных производственных факторов, оказывающих негативное влияние на работников. Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме [28]. Вредные факторы характеризуются потенциальной опасностью для здоровья, в частности способствуют развитию каких-либо заболеваний, приводят к повышенной утомляемости и снижению работоспособности. При этом, вредные факторы проявляются при определенных условиях таких как интенсивность и длительность воздействия. Опасные производственные факторы способны моментально оказать влияние на здоровье работника: привести к травмам, ожогам или к резкому ухудшению здоровья работников в результате отравления или облучения. В таблице 7 представлены возможные вредные и опасные факторы, возникающие при работе за ПЭВМ.



Таблица 7 – Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Выполнение работ по разработке информационной системы. 2. Эксплуатация информационной системы.	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. 2. Недостаточное освещение рабочего места 3. Превышение уровней шума. 4. Физические перегрузки. 5. Монотонная работа.	1. Поражение электрическим током. 2. Короткое замыкание 3. Статическое электричество	СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [34] СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение» [38] ГОСТ 12.1.003-83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [13] ГОСТ 12.1.009-76. «Электробезопасность. Термины и определения» [29] ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [15]

## 5.2.1 Вредные производственные факторы

### 5.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Согласно ГОСТ 30494-2011: «...Микроклимат производственных помещений – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха. Параметры, характеризующие микроклимат в жилых и общественных помещениях: температура воздуха, скорость движения воздуха, относительная влажность воздуха, результирующая температура помещения, локальная асимметрия результирующей температуры.»

Нарушение теплового баланса в условиях высокой температуры может привести к перегреву тела, и как следствие к тепловым ударам с потерей сознания. В условиях низкой температуры воздуха возможно переохлаждение организма, могут возникнуть простудные болезни, радикулит, бронхит и другие заболевания.

Основные виды работ, выполняемые инженером-программистом, по степени физической тяжести, относятся к категории легких работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96[34], предоставлены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 9 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В данном случае температура воздуха и температура поверхностей составляют 21<sup>0</sup>С и 20<sup>0</sup>С при относительной влажности 50% в холодный период года; 24<sup>0</sup>С и 23<sup>0</sup>С при относительной влажности воздуха 55% в теплый период года, что соответствует нормам СанПиН 2.2.4.548-96.

### **5.2.1.2 Отсутствие или недостаток естественного света**

Рабочее помещение должно иметь как естественное, так и искусственное освещение. Коэффициент естественного освещения должен быть не менее 1,2%. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 освещенность на поверхности рабочего стола в зоне размещения документа должна быть 300 – 500 лк, что может достигаться установкой местного освещения, не создающего бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна превышать 300 лк. Яркость светящихся поверхностей (окон, светильников), находящихся в поле зрения должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Для источников искусственного освещения следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные 69 люминесцентные лампы (КЛЛ). Коэффициент пульсации при работе с ПЭВМ не должен превышать 5%. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель.

### **5.2.1.3 Недостаточная освещённость рабочей зоны**

Хорошее освещение действует тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, представленными на рисунке 29.

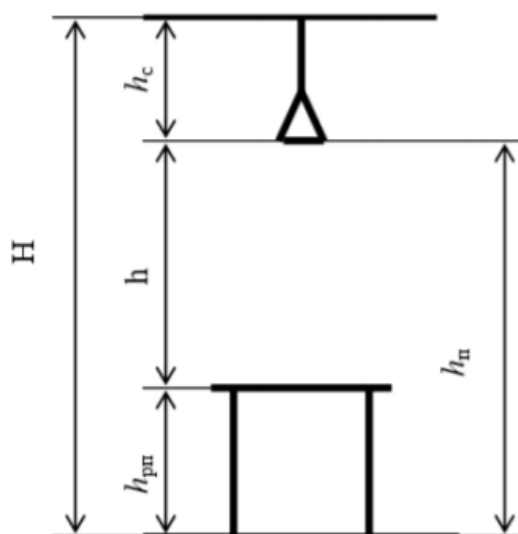


Рисунок 29 – Основные расчётные параметры

$H$  – высота помещения;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_{рп}$  – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_{рп}$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью;

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами;

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ . Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda = L/h$ , уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости [29].

В кабинете 426 офиса компании АО «ТомскНИПИнефть», в котором выполнялась данная работа, установлен светильник типа ОД 2-30, характеристики которого приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики светильника ОД 2-30

Мощность, Вт	Размеры, мм			Световой поток, лм
	Длина	Ширина	Высота	
2 x 30	933	204	156	1800

Длина рассматриваемого помещения составляет 4 метра, ширина 7 метров, высота 3м. В кабинете установлено 3 ряда по 2 светильника в каждом. Потолок покрыт светло-бежевыми потолочными покрытиями, стены окрашены в серый цвет. Для работы используется стол высотой 0,7м.

Характеристики помещения получаются:  $H = 3$  м;  $h_{rp} = 0,7$  м;  $\lambda = 1,1$ ;  $h_c = 0,198$  м. Расчётная высота равна:  $h = h_n - h_{rp} = H - h_c - h_{rp} = 3 - 0,198 - 0,7 = 2,102$  м  $\sim 2,1$  м. Расстояние между соседними светильниками равно:  $L = \lambda * h = 1,1 * 2,1 = 2,31$  м. Расстояние от крайних светильников равно:  $l = L/3 = 2,31/3 = 0,77$ м. Длина  $A = 4$  м, ширину  $B = 7$  м, допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами  $h = 2,1$  м. Общее число люминесцентных ламп  $N = 12$ , т.к. в каждом светильнике по 2 лампы.

На рисунке 30 представлен план общего освещения в кабинете.

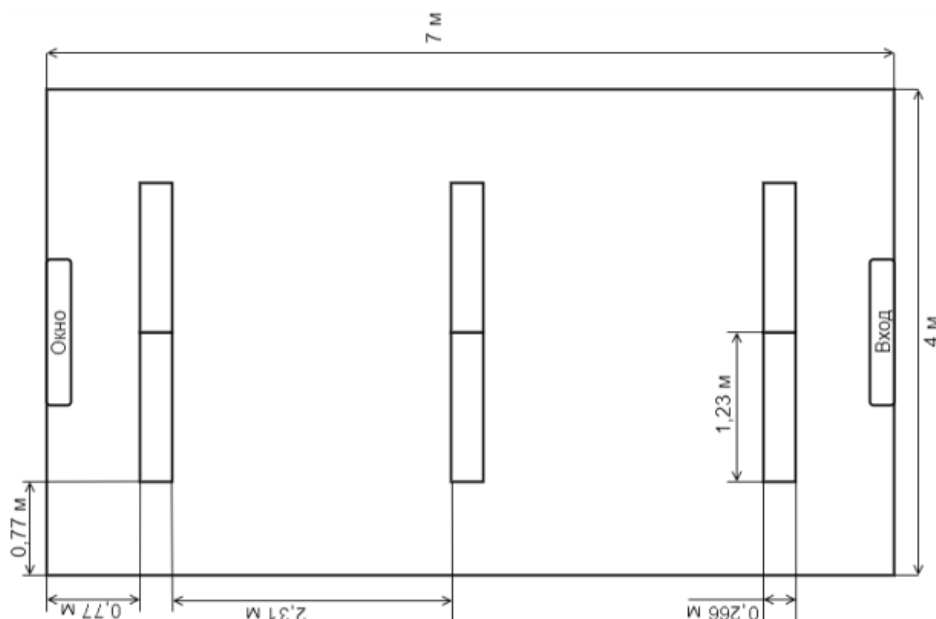


Рисунок 30 – План размещения общего освещения (вид сверху)

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z}{N * \eta}, \quad (1)$$

где  $E_H$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;  $S$  – площадь освещаемого помещения,  $m^2$ ;  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;  $N$  – число ламп в помещении;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока [29].

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_{\text{п}}$ . Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (2)$$

где  $h$  – допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами;  $A$  – ширина;  $B$  – длина.

Требуется создать освещение  $E = 400$  лк. Коэффициент отражения светлых стен  $\rho_c = 30\%$ , светлого потолка  $\rho_{\text{п}} = 50\%$  [39]. Коэффициент запаса  $K_3 = 1,5$ , коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$ [29]

Подставив в формулу 2 получим:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{4 \cdot 7}{2,1 \cdot (4+7)} = 1,21$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов: выбираем ближайшую стандартную лампу ЛД 40 Вт с потоком 2300 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{с.станд}}} \cdot 100\% \leq 20\%, \quad (3)$$

Подставляем в формулу 3 получим:

$$-10\% \leq \frac{2300 - 2081}{2300} \cdot 100\% \leq 20\% = -10\% \leq 9,52\% \leq 20\%$$

Необходимый поток лампы не выходит за пределы диапазона  $[-10\%; 20\%]$ , соответственно менять количество светильников не требуется. Данное количество светильников обеспечивает необходимое количество освещения по СанПиН 2.2.2.542-96 [32].

#### **5.2.1.4 Повышенный уровень шума**

На рабочем месте инженера-программиста в офисе компании, исходя из ГОСТ 12.1.003–83[12], постоянный шум. Шум возникает в помещении при ходьбе, передвижении стульев, открывании двери, сторонних разговоров, а также создается кондиционерами и вентиляторами для охлаждения нагреваемых частей ЭВМ. Основной характеристикой шума является уровень звукового давления в активной полосе частот.

Уровень шума существенно влияет на качество выполняемой работы. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [37].

Для снижения уровня шума могут быть использованы следующие средства:

- низко шумовые устройства вентиляции и кондиционирования;
- звукопоглощающий корпус ПК;
- звукоизолирующая прокладка для корпуса ПК;
- вентиляторы охлаждения корпуса ПК.

#### **5.2.1.5 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

В качестве источника электромагнитного излучения в данной работе рассматривается персональный компьютер.



Степень и характер воздействия ЭМП на организм человека зависят: от интенсивности излучения; частоты колебаний; поверхности тела облучаемого; индивидуальных особенностей организма; режима облучения (непрерывный или прерывистый) продолжительности воздействия; комбинированного действия других факторов производственной среды.

С целью уменьшения негативного воздействия электромагнитного излучения, возникающего от экрана компьютера, используются специальные жидкокристаллические мониторы. Так же существуют специальные экранирующие очки и пленки, покрывающие экран, которые обеспечивают дополнительную защиту от электромагнитного излучения.

## **5.2.2 Опасные производственные факторы**

### **5.2.2.1 Электробезопасность**

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Офис компании относится к категории помещений без повышенной опасности, т.к. в помещении не имеется токопроводящих полов, токопроводящей пыли, повышенной влажности и т.д.

Основными причинами поражения человека электрическим током могут быть следующие:

- непосредственное прикосновение к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением;
- соприкосновение с конструктивными частями, оказавшимися под напряжением.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов

при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются:

- недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения;
- защитное заземление, зануление или отключение;
- вывешивание предупреждающих надписей;
- контроль за состоянием изоляции электрических установок;
- использование дополнительных средств защиты;
- блок питания компьютера, монитор, принтер должны подключаться к сети питания, имеющей защитное заземление
- соединять и разъединять вилки, розетки электрических соединений допускается только при выключенном сетевом выключателе.

#### **5.2.2.2 Пожарная безопасность**

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [41].

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. его возникновение может привести большому числу травм и несчастных случаев, а также нанести ощутимый материальный ущерб.

Помещение для работы операторов ПЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д (из 5-ти категорий А, Б, В1-В4, Г, Д), т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии[21].

Для устранения возможных причин возникновения пожаров необходимо проводить следующие мероприятия:

- Проверки обеспечения пожарной безопасности на предприятии.
- Разработка правил и их внедрение в компании.
- Проводить обучение работников на основе разработанных правил.
- Контроль над технологическим оборудованием и инженерными сетями.
- Провести полное оснащение предприятия современными средствами пожаротушения.
- Обучить работников, как пользоваться этими средствами.

### **5.3 Экологическая безопасность**

В связи с тем, что основным средством работы является персональный компьютер, серьезной проблемой является электропотребление. Это влечет за собой общий рост объема потребляемой электроэнергии. Для удовлетворения потребности в электроэнергии, приходится увеличивать мощность и количество электростанций. Это приводит к нарушению экологической обстановки, так как электростанции в своей деятельности используют различные виды топлива, водные ресурсы, а также являются источником вредных выбросов в атмосферу.

В офисе компании не ведется никакого производства. К отходам, производимым в помещении, можно отнести сточные воды и бытовой мусор.

Сточные воды здания относятся к бытовым сточным водам. За их очистку отвечает городской водоканал.

Основной вид мусора – это отходы печати, бытовой мусор, неисправное электрооборудование и компьютерная техника (вышедшие из строя компоненты компьютеров) коробки от техники, использованная

бумага). В компании АО «ТомскНИПИнефть» есть специальные корзины для бумаги и картона, а также отдельный контейнер для батареек. После чего это передается в перерабатывающие компании.

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.4.1 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

Возможными чрезвычайными ситуациями могут быть:

техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения;

- природные: наводнения, ураганы, бури, природные пожары
- экологические: разрушение озонового слоя, кислотные дожди;
- биологические: эпидемии, пандемии;
- антропогенные: война, терроризм.

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные ПЭВМ, чрезвычайной ситуацией является пожар.

### **5.4.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий**

Каждый сотрудник организации должен быть ознакомлен с инструкцией по пожарной безопасности, пройти инструктаж по технике безопасности и строго соблюдать его.

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару.

Работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- 1 Немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
- 2 Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- 3 Отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;
- 4 Приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- 5 Сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;
- 6 При общем сигнале опасности покинуть здание согласно «Плану эвакуации людей при пожаре и других ЧС».

Для тушения пожара применять ручные углекислотные огнетушители (типа ОУ-2, ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода.

### **Выводы**

Исходя из всех рассмотренных выше вредных и опасных факторов, помещения, используемые для работы, полностью соответствуют требованиям производственной и экологической безопасности, в том числе и в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности регулируются государственными органами. Правила и нормы для обеспечения нормальных условий труда всех сотрудников устанавливаются на государственном уровне.

Рассмотрена наиболее распространенная чрезвычайная ситуация – пожар. Пожар может быть следствием короткого замыкания или неверной эксплуатации электроприборов, а также несоблюдения техники безопасности. Поэтому сотрудники офиса проходят инструктаж по правилам пожарной безопасности, проходят учебные эвакуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской диссертации была спроектирована и разработана информационная система для автоматизации деятельности отделов, обрабатывающих маркшейдерские данные скважин в добывающих обществах компании ПАО «НК «Роснефть», в рамках реализации программы импортозамещения.

В процессе выполнения работы был произведен обзор аналогичных инструментов для ведения маркшейдерских данных, таких как WellTracking и система расчёта и визуализации данных бурения скважин. Одним из недостатков данных систем является то, что они работают только с ArcGIS. Разработанная система, в отличие от аналогов, позволяет работать с несколькими геоинформационными системами. Также разработанная система является веб-приложением, а её аналоги являются десктопными приложениями. Поэтому разрабатываемая система более удобна в установке и использовании.

Разработанная информационная система отвечает всем требованиям, сформулированным на этапе проектирования. Она позволяет вести атрибутивную информацию и добавлять документы для лицензионных участков, месторождений, горных отводов, кустов и скважин. Реализован инструмент для планирования кустовых площадок. Система позволяет синхронизировать данные с тремя геоинформационными системами на выбор: GeoServer, QGIS, ArcGIS.

Разработанная система прошла полное тестирование и установлена в трёх добывающих обществах ПАО «НК «Роснефть». В будущем планируется дальнейшее развитие системы в функциональных возможностях.

## **CONCLUSION**

During the course of the master's thesis, an information system was designed and developed to automate the activities of departments that process well survey data in the production companies of Rosneft, as part of the import substitution program.

In the course of the work, a review was made of similar tools for conducting survey data, such as WellTracking and a system for calculating and visualizing well drilling data. One of the disadvantages of these systems is that they only work with ArcGIS. The developed system, unlike its analogues, allows you to work with several geographic information systems. The developed system is also a web application, and its analogues are desktop applications. Therefore, the developed system is more convenient to install and use.

The developed information system meets all the requirements formulated at the design stage. It allows you to maintain attribute information and add documents for license areas, fields, mining allotments, bushes, and wells. Implemented a tool for planning cluster sites. The system allows you to synchronize data with three geographic information systems to choose from: GeoServer, QGIS, and ArcGIS.

The developed system has been fully tested and installed in three production companies of Rosneft. In the future, it is planned to further develop the system in functionality.



## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1 ASP.NET MVC или PHP YII. Сравнение производительности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.miyconst.com/Blog/View/1042/asp-net-mvc-или-php-yii-сравнение-производительности> Дата обращения: 05.05.2020 г.
- 2 Getting Started [Электронный ресурс]. URL: <https://code.visualstudio.com/docs> Дата обращения: 05.05.2020 г.
- 3 Learn everything you need to start using Buefy [Электронный ресурс]. URL: <https://buefy.org/documentation> Дата обращения: 08.05.2020 г.
- 4 Microsoft [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2016> . Дата обращения: 04.05.2020 г.
- 5 NHibernate [Электронный ресурс]. URL: <https://nhibernate.info/> Дата обращения: 06.05.2020 г.
- 6 OpenLayers [Электронный ресурс]. URL: <https://openlayers.org/> Дата обращения: 08.05.2020 г.
- 7 PHP4 или ASP.NET – что лучше [Электронный ресурс]. URL: <http://old.computerra.ru/hitech/35912/> Дата обращения: 05.05.2020 г.
- 8 The Repository Pattern [Электронный ресурс]. URL: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649690.aspx> Дата обращения: 07.05.2020 г.
- 9 The Unit of Work Pattern and Persistence Ignorance [Электронный ресурс]. URL: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd882510.aspx> Дата обращения: 07.05.2020 г.
- 10 What is Vue.js? [Электронный ресурс]. URL: <https://vuejs.org/v2/guide/> Дата обращения: 08.05.2020 г.
- 11 Возможности WellTracking. [Электронный ресурс] URL: <https://welltracking.dataeast.com/ru/features/main/> Дата обращения: 06.05.2020 г.

- 12 ГОСТ 12.1.003-83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
- 13 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 14 ГОСТ 12.1.009-76. «Электробезопасность. Термины и определения»
- 15 ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
- 16 Жаркимбаев Б. М. Маркшейдерия при разработке месторождений нефти и газа – Алматы: КазНТУ, 2005 г. – 223с.
- 17 Инструкция по производству маркшейдерских работ. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032101> Дата обращения: 08.05.2020 г.
- 18 История маркшейдерского дела [Электронный ресурс] URL: [https://revolution.allbest.ru/geology/00548618\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/geology/00548618_0.html) Дата обращения: 05.05.2020 г.
- 19 История становления и современное состояние маркшейдерского дела в отечественной и зарубежной нефтегазодобывающей промышленности. [Электронный ресурс] URL: <http://geomar.ru/articles/history/146-history-and-present-state-mine-surveying.html> Дата обращения: 06.05.2020 г.
- 20 Мазницкий А. С. Маркшейдерско-геодезические работы на месторождениях нефти и газа – Москва: Издательство «Недра», 1979 г. – 328с.
- 21 НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032102>, свободный. Дата обращения: 14.05.2020 г.
- 22 О приложении WellTracking. [Электронный ресурс] URL: [https://help.dataeast.com/WellTracking/6.5/ru/About\\_Well\\_Tracking.htm](https://help.dataeast.com/WellTracking/6.5/ru/About_Well_Tracking.htm) Дата обращения: 06.05.2020 г.

- 23 Оглоблин Д.Н. Маркшейдерское дело/ Научный редактор Славоросов А.Х. – Москва: Издательство «Недра», 1972 г. – 590с.
- 24 Охрана труда [Электронный ресурс] / Безопасность жизнедеятельности. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html>. Дата обращения 04.05.2020 г.
- 25 Положение компании ПАО «НК «Роснефть». Маркшейдерские, геодезические и картографические работы в компании – Москва, 2018 г. 61с.
- 26 Порождающие паттерны проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/3640855/page:10/> Дата обращения: 06.05.2020 г.
- 27 Производственный календарь на 2020 год [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&cacheid=E4D99EFA851A838EA4ABA106EC2CC941&mode=multiref&div=LAW&opt=1&SORTTYPE=0&BASENODE=1&ts=28211159012152216197&base=LAW&n=324428&rnd=AB8D77381FDFEB59750FB42A3094979C#2q6uls4wnc>. Дата обращения 20.05.2020
- 28 Работа маркшейдера в нефтяной промышленности [Электронный ресурс] URL: [https://oil-industry.net/pdf/1927/07/936\\_yakovlev.pdf](https://oil-industry.net/pdf/1927/07/936_yakovlev.pdf) Дата обращения 04.05.2020г.
- 29 Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ [Электронный ресурс] URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KREPSHA/teach/bezop/osv.pdf>, свободный. Дата обращения: 14.05.2020 г.

- 30 Роль маркшейдерии в горных науках и практике недропользования [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-marksheyderii-v-gornyh-naukah-i-praktike-nedropolzovaniya/viewer>  
Дата обращения: 06.05.2020 г.
- 31 Руководство по разработке для .NET Framework [Электронный ресурс] / MSDN – сеть разработчиков Microsoft. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hh156542\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hh156542(v=vs.110).aspx). Дата обращения: 04.05.2020 г.
- 32 СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ».
- 33 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 34 СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
- 35 Сервисы WFS [Электронный ресурс]. URL: <https://enterprise.arcgis.com/ru/server/latest/publish-services/linux/wfs-services.htm> . Дата обращения: 08.05.2020 г.
- 36 Система расчета и визуализации данных для бурения скважин. [Электронный ресурс] URL: <http://antereal.com/files/Whitepaper-RVDBS.pdf> Дата обращения: 06.05.2020 г.
- 37 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 38 СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение».
- 39 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.  
Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
- 40 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ

41 Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О пожарной безопасности»

42 Что такое GIT – Руководство по Основам GIT [Электронный курс].

URL: <https://www.hostinger.ru/rukovodstva/osnovi-git-cto-takoe-git#gref> Дата обращения 04.05.2020 г.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Software implementation**

Студент

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8BM81	Кулемеев Антон Григорьевич		25.02.2020г.

Руководитель ВКР

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кочегуров Александр Иванович	к.т.н.		25.02.2020г.

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сидоренко Татьяна Валерьевна	к.п.н		25.02.2020г.

## **2 Software implementation**

### **2.1 Functional requirements for the system**

The functional requirements determine functionality of the system, such as what kind of services the system should provide, how it should react to specific input data and how it should behave in certain situations.

The functional requirements depend on the software type, on the system type in which the software is used, and on the user expectations.

The system to be developed must provide the following functionality for all authorized users with view permission:

- displaying well point types;
- displaying reservoirs;
- displaying coordinate systems;
- well stock display as a tree with the possibility to change the grouping by license area, mining allotment or field;
- viewing information about the license area including well list, attributes, documents;
- viewing information about the field including well list, attributes, documents;
- viewing information about the mining allotment including well list, attributes and documents;
- viewing information about the well cluster including well list, attributes and documents;
- viewing clustering versions;
- viewing information about the well including points list, attributes, documents and surveys;
- the coordinate projection to the different coordinate system defined in the application;

- viewing information about the wellbore including attributes and inclinometry;
- displaying history of inclinometry upload;
- displaying 3D wellbore model and dogleg severity;
- generating the well report according to the well table;
- synchronizing wellheads, bottom holes and well platforms with the geographical database.

For all authorized users with editing rights the system should provide the following functionality:

- all that is available for users with viewing rights;
- import of existing well stock;
- adding/editing custom point types;
- adding /editing reservoirs;
- adding /editing coordinate systems;
- adding /editing well clusters;
- adding /editing wells;
- adding /editing well survey;
- uploading inclinometry data;
- adding /editing well points;
- editing attributes of license area;
- editing attributes of field;
- editing attributes of mining allotment;
- uploading documents of well, well cluster, license area, field and mining allotment;
- creating a new version of clustering;
- calculation of clustering parameters.

For all authorized users with delete rights the system should provide the following functionality:



- all that is available for users with viewing rights;
- deleting well clusters;
- deleting wells;
- deleting well points;
- deleting documents;
- deleting coordinate systems;
- deleting reservoirs;
- deleting custom points types;
- deleting uploaded inclinometries;
- deleting clustering versions.

## **2.2 Use cases**

Based on the functional requirements, it is possible to determine the use of the system. The concept of the system implies interaction only with authorized users with different permissions.

The scenario of use cases for users with view permission is shown in Figure 1.

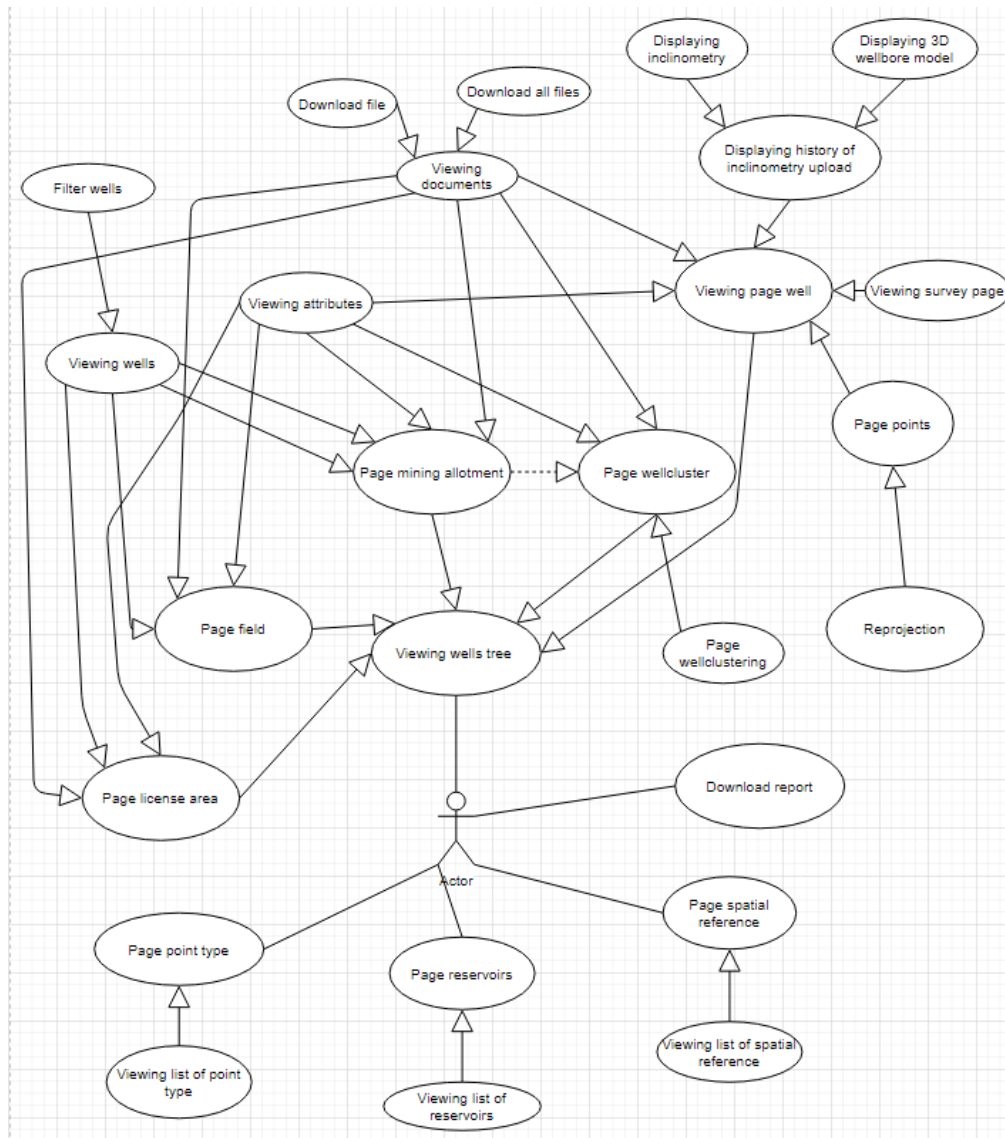


Figure 1– The use cases for users with view permission

User with view permission can only view data in the system. User can view point types, coordinate systems, reservoirs, license areas, fields, well clusters and wells. User can also download an integral well report.

The scenario of use cases for users with editing permission is shown in Figure 2.

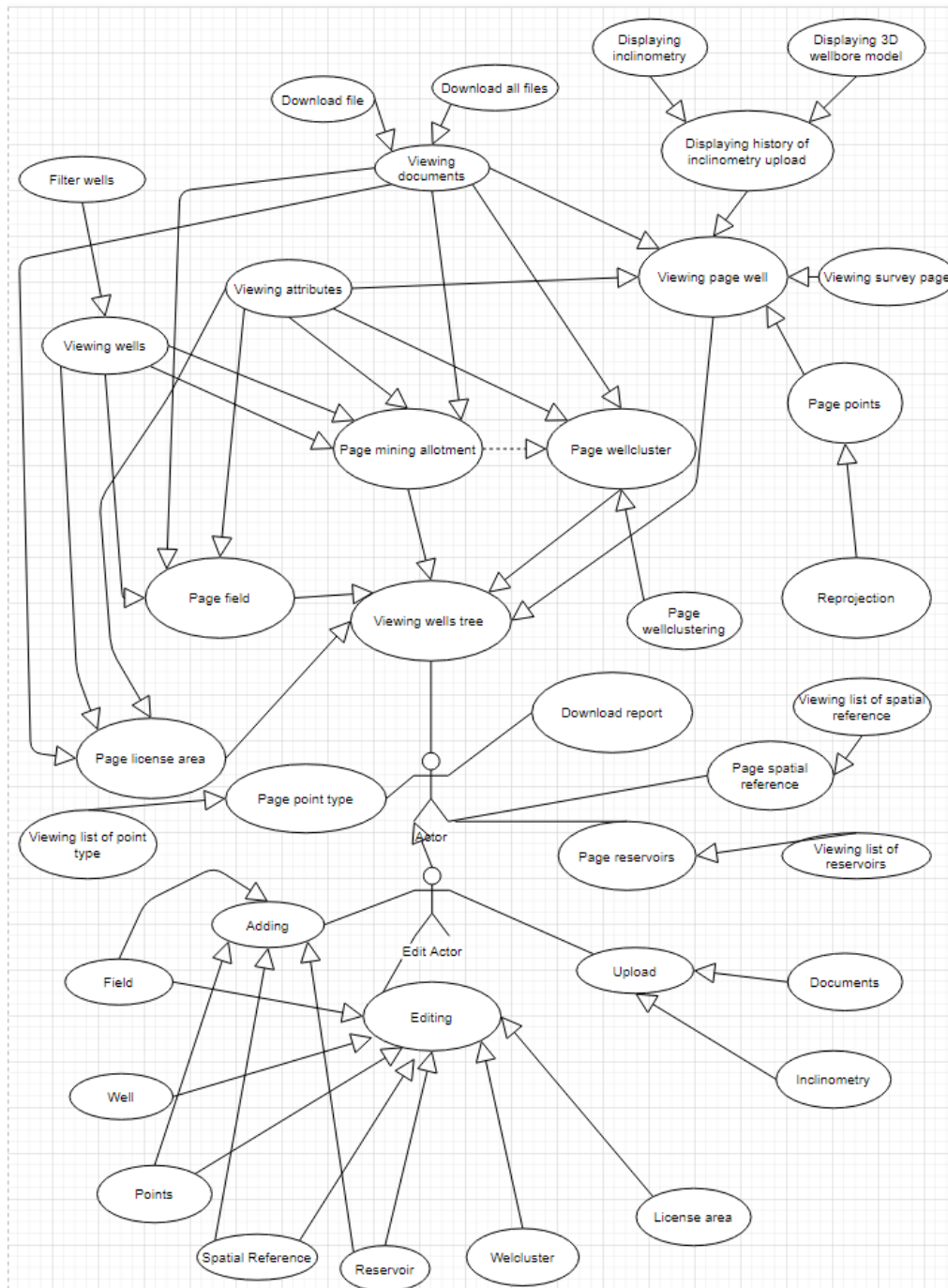


Figure 2 – The use cases for users with editing permission

This user can do anything that user with view permission can do. User can also edit attributes of license area, field, well cluster and well. It is available to add new wells, well clusters, well points and reservoirs, upload documents and inclinometry.

The scenario of use cases for users with deletion rights is shown in Figure 3.

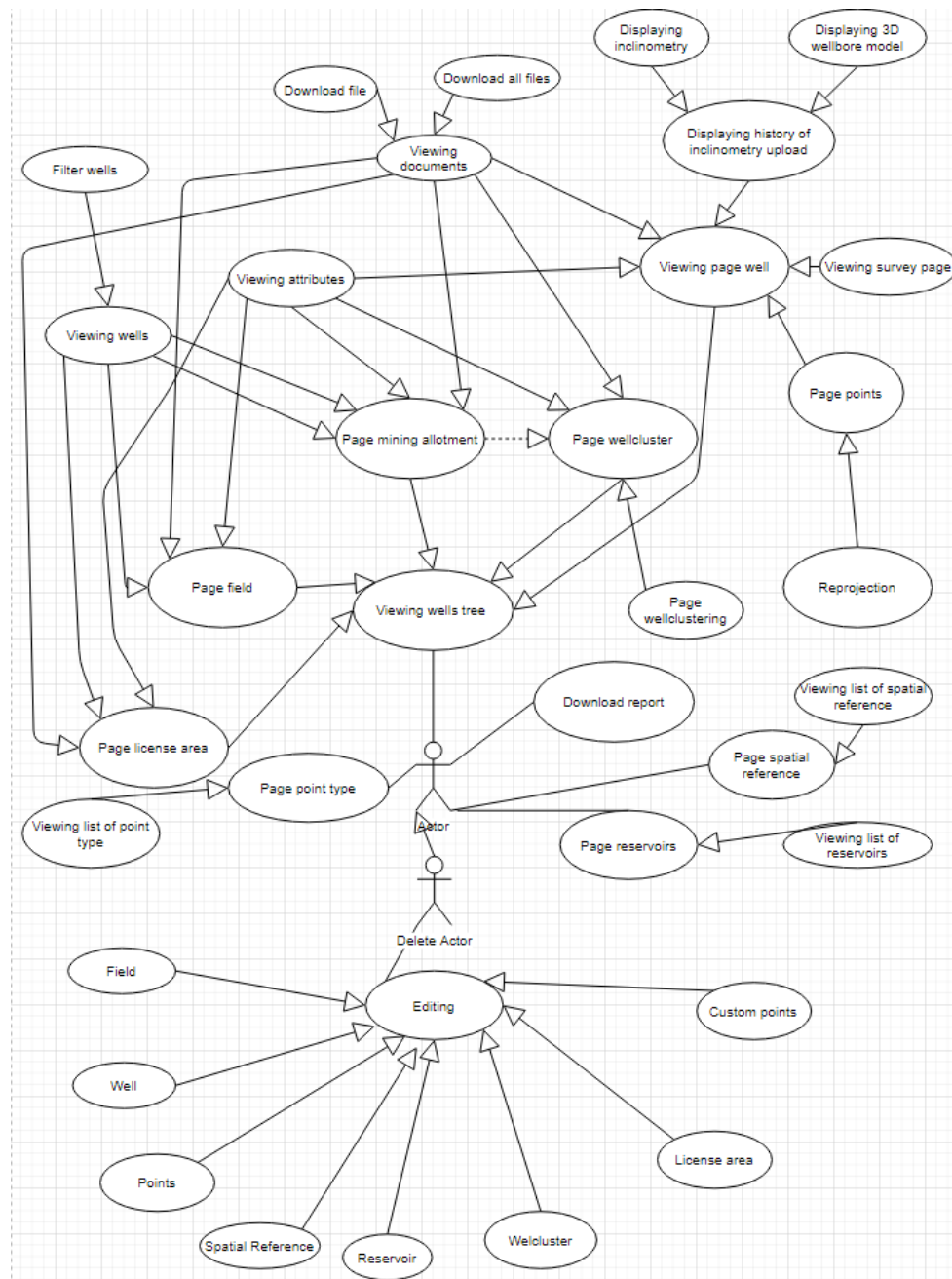


Figure 3 – The use cases for users with deletion permission

This user can do anything that user with view permission can do. User can also delete license areas, fields, well clusters, wells and documents.

## 2.3 Architecture

Three components have been developed to implement the system. The first component contains the whole logic of interacting with the database and the client

application (RESTful API); the second one is intended for interacting with the Web Feature Service, and the third component is the client application.

Figure 4 shows a package diagram for the Web Feature Service interaction component.

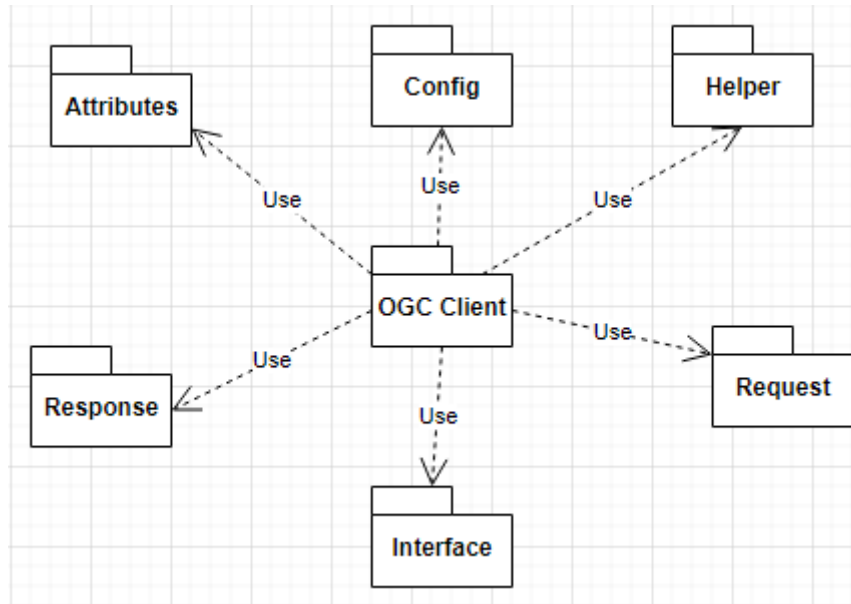


Figure 4 – The package diagram for OGC Client component

The OGC Client component contains the attributes package with custom attributes of OGC Client. These attributes are intended for mapping of objects to send, for further serialization and deserialization. The config package contains auxiliary classes for working with the component settings. The response package contains response classes of the Web Feature Service. The request package contains classes to form a request to Web Feature Service. The interface package is intended for providing public interfaces of the component. The helper package is the main component package. It contains all the logic for forming, sending, reading and parsing a response.

Figure 5 shows a packet diagram for the logic component.

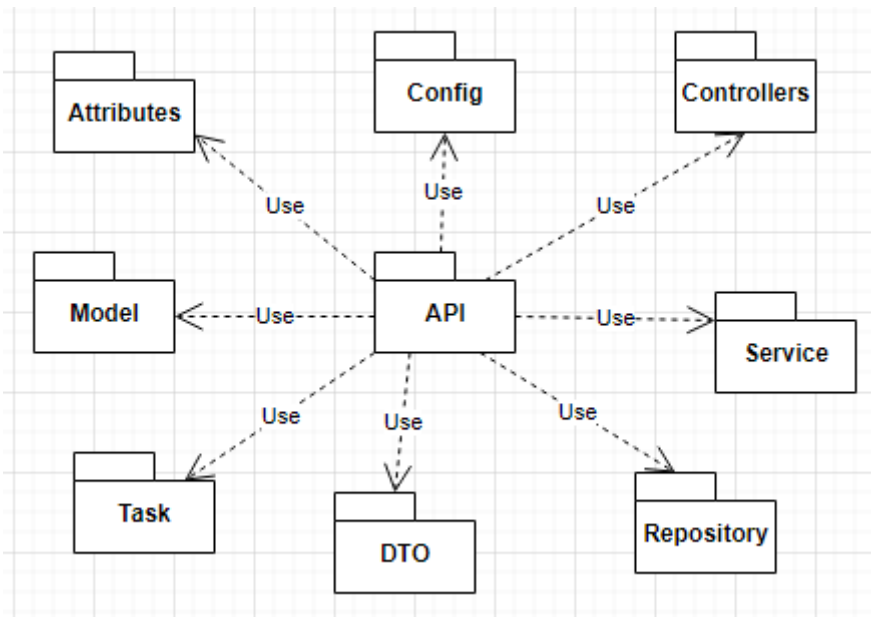


Figure 5 – The package diagram for the logic component

The API-component contains the basic logic of the system. This package contains packages for working with the client application, for the database interaction, for recurring tasks and for data model. The «Model» package contains the domain model of the application. The «Controllers» package contains the API for the client application. The «DTO» package contains Data Transfer Objects intended for data transfer through the network. The «Repository» package contains the whole logic of interaction with the database. The «Attributes» package contains attributes for DTO bindings. The «Config» package contains auxiliary classes for working with application configs. The «Task» package contains classes for working with tasks, which should be repeated at certain intervals. For example, the task of synchronizing data with the Database. The «Service» package contains classes for processing data between the «Controllers» and «Repository» packages.

The «Client App» component is intended for displaying the system interface and sending requests to the server. Figure 6 shows the diagram of client application packages.

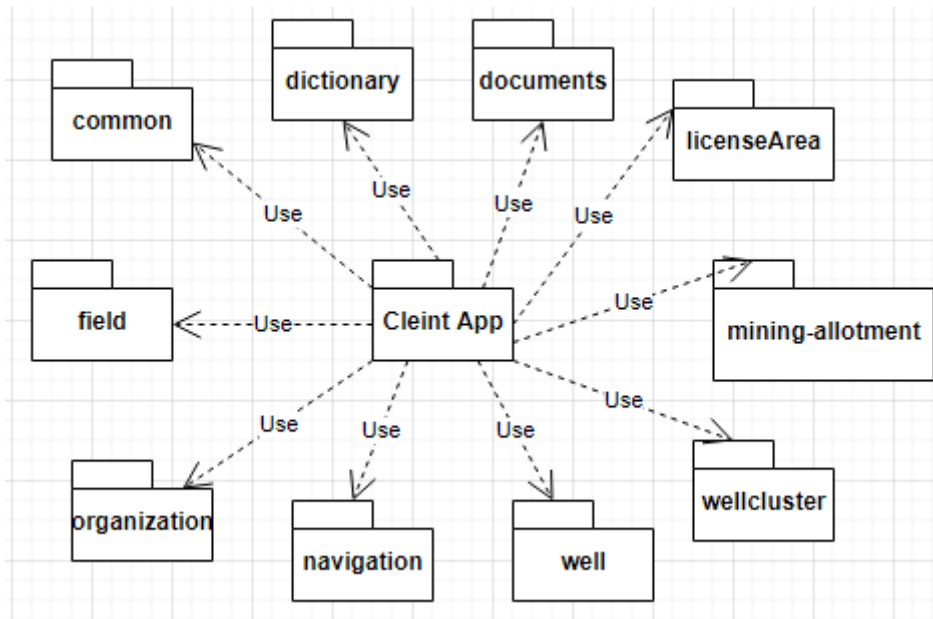


Figure 6 – The package diagram for the client application

The «Client App» package contains the package «common», which stores the components used in the entire application. The package «dictionary» contains the components used in the entire application. The package «documents» is intended for working with the documents. The package «licenseArea» is intended for working with the license areas. The package «mining-allotment» is intended for working with the mining allotments. The package «wellcluster» contains components for displaying the well clusters. The package «well» is intended for work with wells, wellbores and inclinometry. The package «navigation» contains components for working with the object tree. The package «field» is designed to work with fields. The «organization» package contains components for displaying the organization page.

## 2.4 Component diagram

The component diagram allows you to determine the composition of the software components and the dependencies between them. This diagram ensures a consistent transition from a logical to a physical representation of the system in the form of software components. Figure 7 shows the component diagram of the system to be developed.

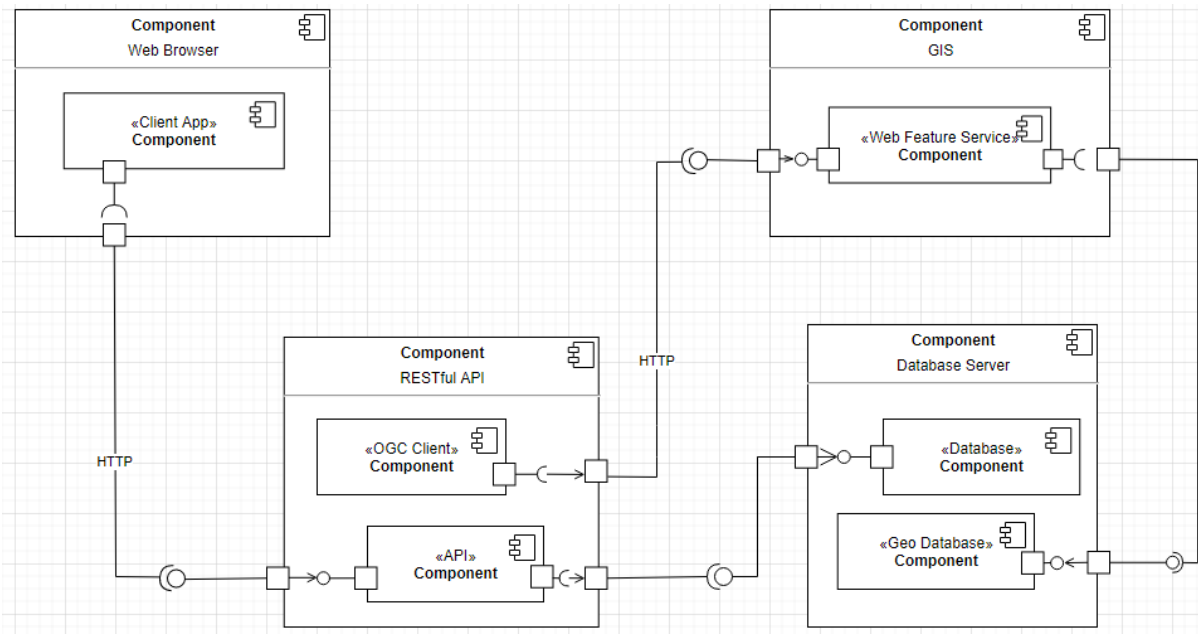


Figure 7 – The component diagram

The diagram contains the next components:

- «Web Browser»;
- «Client App»;
- «RESTful API» – it is an application server component;
- «OGC Client» – it is a component for interacting with Web Feature Service of GIS;
- «API» – it is a component with basic business logic. It provides API for the client application and interacts with the database;
- «GIS» – it is a component of Geographic information system. For example, ArcGIS, QGIS, GeoServer, etc;
- «Web Feature Service» – component of creating, modifying, and deleting geographic information;
- «Database Server»;
- «Database»;
- «Geo Database» –database of geographical data.



## **2.5 Selection of development tools**

To develop modern software today, preference is given to environments with the object-oriented approach to programming and having the big set of ready-made libraries for fast creation of graphic interfaces. Two frameworks were offered for our system development: ASP.NET MVC and PHP Yii Framework. ASP.NET MVC was chosen from the proposed list, as it better suits for large and medium projects. Also, PHP does not have many features that ASP.NET has, so development in PHP would be more expensive.

### **2.5.1 Development environment**

Microsoft Visual Studio 2017 Professional was chosen for development. It is an integrated development environment from Microsoft. It is used to develop computer software for Microsoft Windows as well as websites, web applications and web services.

Visual Studio Code was used for developing the client application, as it is free and powerful tool for working with JavaScript.

Visual Studio Code is a lightweight but powerful source code editor that runs on your desktop and is available for Windows, MacOS and Linux. It comes with built-in support for JavaScript, TypeScript and Node.js, and has a rich ecosystem of extensions for other language.

### **2.5.2 Development technologies**

The system to be developed is a multi-level system. According to the «Layers» architectural pattern, the structural elements are organized into separate levels with interrelated responsibilities so that the lower level has low-level services and general services, and the higher levels have application-level objects. The interaction and linking of the levels takes place from top to bottom. Binding of objects from the bottom to the top should be avoided. Figure 8 shows the «Layers» architectural pattern.

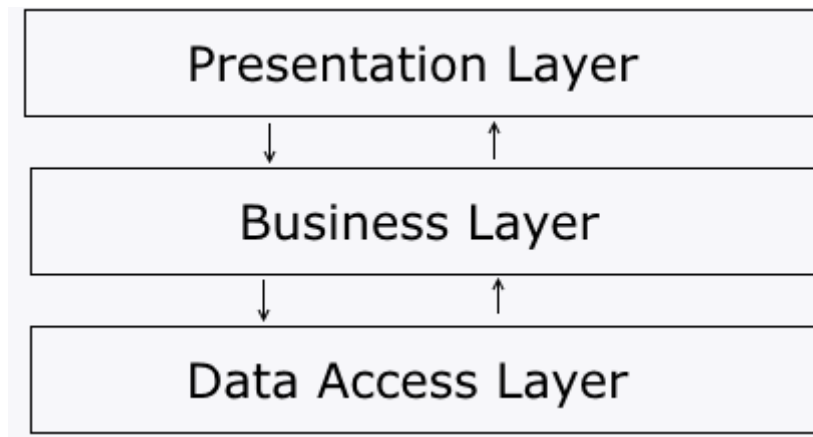


Figure 8 – The «Layers» architectural pattern

#### **2.5.2.1 NHibernate**

NHibernate is ORM solution for Microsoft .NET platform, ported from Java. It is actively developed, it is fully functional and used in thousands of successful projects. It is a free open source library, distributed under the GNU Lesser General Public License.

#### **2.5.2.2 DBMS**

For database management, the relational DBMS (Database Management System) MS SQL is used. Microsoft SQL Server is a relational database management system (RDBMS) developed by Microsoft Corporation. The main query language is Transact-SQL, developed by Microsoft and Sybase. Transact-SQL is an implementation of the ANSI/ISO standard for structured query language (SQL) with extensions.

#### **2.5.2.3 GDB Synchronization**

WFS standard was used for synchronization with the geographical database (GDB). The WFS standard is a web-based service of spatial objects that defines interfaces and operations that allow requesting and editing vector spatial data, such as roads or coastlines.

This standard describes the following operations available to clients (the name of the operation is given in brackets):

- define available sets of objects (GetCapabilities);
- define existing object fields (DescribeFeatureType);
- filter the set of objects by the specified restriction (GetFeature);
- add, edit or delete objects (Transaction);

The incoming and outgoing data of the web service is presented in GML format. Some of the services may also support other data formats such as GeoRSS or shape-files.

#### **2.5.2.4 Repository Pattern**

The Repository Pattern acts as a mediator between the data source and the application business layer, using a collection-like interface to access objects in the definition area. It queries the data source for the data, displays the data from the data source in a business entity and stores the changes in a business entity in the data source.

#### **2.5.2.5 Unit of Work pattern**

The Unit of Work pattern tracks all data changes we make with the domain model as part of a business transaction. After the business transaction is closed, all the changes get to the database as a single transaction.

#### **2.5.2.6 Vue.js**

Vue.js is a modern progressive framework written in JavaScript and designed to create client level web applications. The main scope of this framework is the creation and organization of the user interface (UI).

#### **2.5.2.7 OpenLayers**

OpenLayers makes it easy to place a dynamic map on any web page. It can display map tiles, vector data and markers downloaded from any source. OpenLayers was designed to further using of geographic information of all kinds. It is completely free open source JavaScript library, released under a 2-clause BSD license (also known as FreeBSD).

#### **2.5.2.8 Buefy**

Buefy is a UI component library created on top of two fresh but very famous frameworks that are Vue.js and Bulma. Buefy has two basic principles:

- 1 keep things simple;
- 2 be easy.

This free library, based on Bulma flexbox CSS framework and vue-admin can help you build your app picking only what you need.

#### **2.5.2.9 Version control system (VCS)**

The Git version control system is used for the project development. A version control system or VCS can greatly facilitate the work of developers trying to analyze changes and contributions to the common code. VCS allows you to assign alphabetic or numeric values for certain changes/revisions/updates. It can also provide information about timestamps and identity the person who made the change.

## Приложение Б

(справочное)

Пример WFS-запроса GetFeature.

```
<?xml version="1.0" ?>

<wfs:GetFeature

    service="WFS"

    version="1.0.0"

    xmlns="http://www.opengis.net/wfs"

    xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"

    xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"

    xmlns:ARMM="ARMM">

    <wfs:Query
typeName="ARMM:UN_ARMM_WELLCLUSTER">

        <ogc:Filter>

            <ogc:PropertyIsEqualTo>

                <ogc:PropertyName>ARMM:own_name</ogc:PropertyName>

                <ogc:Literal>0 (Версия 1)</ogc:Literal>

            </ogc:PropertyIsEqualTo>

        </ogc:Filter>

    </wfs:Query>

</wfs:GetFeature>
```

## Приложение В

(справочное)

### Пример WFS-запроса Delete

```
<?xml version="1.0" ?>

<wfs:Transaction

  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"

  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"

  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"

  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"

  xmlns:ARMM="ARMM"

  version="1.0.0"

  service="WFS">

  <wfs:Delete typeName="ARMM:UN_ARMM_WELLCLUSTER">

    <ogc:Filter>

      <ogc:FeatureId

fid="UN_ARMM_WELLCLUSTER.146795"/>

      </ogc:Filter>

    </wfs:Delete>

  </wfs:Transaction>
```